

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-185770

(43)Date of publication of application : 28.06.2002

(51)Int.Cl. H04N 1/387  
G06T 3/40  
H04N 1/46

(21)Application number : 2000-380490 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

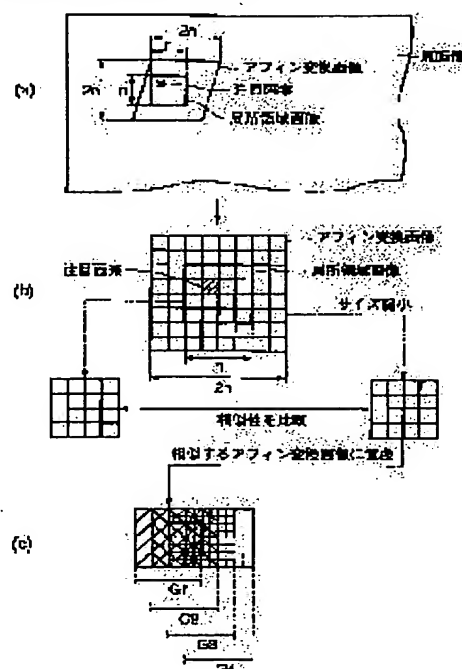
(22)Date of filing : 14.12.2000 (72)Inventor : MATSUDAIRA MASATOSHI

## (54) IMAGE PROCESSING UNIT AND IMAGE PROCESSING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image processing unit and an image processing method that can convert an original image with low quality into an image with high quality in a comparatively short time.

**SOLUTION:** A local area image of an  $n \times n$  size nearly centering each pixel of an original image is set and acquired for each pixel. By applying affine transformation to surrounding images of the local area image, an images of size  $2n \times 2n$  similar to the acquired local area image can be detected. By reducing the detected affine transformation image until its size becomes equal to the size of the local area image, distance (similarity) from the local area image is obtained. The affine transformed image most similar to the local area image is replaced by the local area image. Averaging processing is applied to part where the affine transformed images are overlapped. An area from which the affine transformation image is searched set on the basis of a degree of the fractal similarity of the local area image. When the degree of the fractal similarity is strong, the affine transformation image similar to the local area image can be detected in a short time by setting a comparatively smaller retrieval area.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An image processing device comprising:

Original image holding mechanism for holding an original image.

An image block acquisition means in which each approaching image block acquires an image block of prescribed size from said held original image, respectively as only the specified quantity overlaps.

A similarity judging means which judges a degree of similarity about said each acquired image block.

A similarity picture detecting means which detects a similarity image block which sets up a seek area based on a degree of said judged similarity, and is similar to this each image block from the inside of this seek area about each of each of said image block, A picture permutation means which replaces said each detected similarity image block by said each corresponding image block, respectively, a picture adding means which piles up said each replaced similarity image block, and an image adjustment means to adjust a picture of areas of overlap of a block added by said picture adding means.

[Claim 2]Said similarity picture detecting means is what detects said similarity image block only about an image block in which a degree of similarity judged by said similarity judging means among said each image block exceeds a predetermined reference value, The image processing device according to claim 1 in which said picture adding means is what piles up an image block judged as a degree of said similarity being below said predetermined reference value by similarity image block replaced by said picture permutation means, and said similarity judging means.

[Claim 3]An image processing device given in either claim 1 for which said similarity picture detecting means sets up said seek area small, so that a degree of said similarity becomes high, or claim 2.

[Claim 4]The image processing device according to any one of claims 1 to 3 using intensity of edge of said image block as a degree of said similarity.

[Claim 5]The image processing device according to any one of claims 1 to 4 which is that in which said image adjustment means equalizes a picture of said areas of overlap.

[Claim 6]The image processing device according to any one of claims 1 to 5 which is what acquires an image block of prescribed size to which said image block acquisition means sets the pixel concerned as an abbreviated center for every pixel of said original image.

[Claim 7]The image processing device according to any one of claims 1 to 6 which is a thing to which said similarity picture detecting means detects said similarity image block in larger size than size of said image block, and size of this similarity image block is made to reduce so that it may become equal to size of said image block.

[Claim 8]Said similarity picture detecting means by operating a pixel on a curtailed schedule out of a predetermined region set up into said original image in larger size than size of said image block, The image processing device according to any one of claims 1 to 6 which is what detects a similarity image block of the same size as said image block.

[Claim 9]The image processing device according to any one of claims 1 to 8 with which said seek area is set up smaller than said original image.

[Claim 10]Said similarity picture detecting means judges the similarity of two or more candidate image blocks within said seek area, changing a parameter of image operations, and holds only a parameter used for acquisition of a candidate image block which is most similar to said image block, The image processing device according to any one of claims 1 to 9 which detects said similarity image block with a held this parameter.

[Claim 11]An image processing device comprising:

Original image holding mechanism for holding an original image in color.

A setting means which specifies either of a color system ingredient relevant to a luminosity of a picture, and the other color system ingredient among each color system ingredient of said original image.

An image block acquisition means in which each approaching image block acquires an image block of prescribed size from an original image of said specified color system ingredient, respectively as only the specified quantity overlaps.

A similarity judging means which judges a degree of similarity about said each acquired image block, A similarity picture detecting means which detects a similarity image block which sets up a seek area based on a degree of said judged similarity, and is similar to this each image block from the inside of this seek area about each of each of said image block, A picture permutation means which replaces said each detected similarity image block by said each corresponding image block, respectively, A synthesizing means which combines a picture adding means which piles up said each replaced similarity image block, an image adjustment means to adjust a picture of areas of overlap of a block added by said picture adding means, and original images other than a color system ingredient specified by said setting means and a picture adjusted with said adjustment device.

[Claim 12]The approaching image blocks acquire each image block from an original image

one by one, as only the specified quantity overlaps, About said each image block by which sequential acquisition was carried out, a degree of similarity is judged, respectively, About each of each of said image block, a seek area is set up based on a degree of said judged similarity, A similarity image block similar to this each image block is detected from the inside of this seek area, respectively, An image processing method characterized by what said detected each similarity image block is made to replace by said each corresponding image block, respectively, you pile up said each replaced similarity image block, and is made to adjust and output a picture of areas of overlap of said added block.

[Claim 13]In a recording medium which recorded an image processing program for performing image processing on a computer, It is made for each image blocks which approach an image block of prescribed size from a held original image to overlap only the specified quantity, A function made to acquire, respectively and a function to make a degree of similarity judge about said each acquired image block, A function to which a seek area is made to set about each of each of said image block based on a degree of said judged similarity, A function to make a similarity image block similar to said each image block detect from the inside of said seek area, A function to make said each detected similarity image block replace by said each corresponding image block, respectively, A recording medium, wherein this computer records a computer program for realizing a function to make said each replaced similarity image block pile up, and a function to which said added picture of areas of overlap of a block is made to adjust on a computer with a gestalt in which reading and an understanding are possible.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention interpolates the picture of low quality, for example, and relates to an image processing device and an image processing method convertible into a quality picture.

[0002]

[Description of the Prior Art]For example, when change the digital image of low quality into a quality picture, changing the picture of a low resolution into high resolution or expanding a picture, image interpolation of inserting a new pixel between an original pixel and pixel is performed. as the interpolation method of a digital image -- for example, these days side interpolation (these days contiguity interpolation.) . Are also called the 0th holding method and the Nearest-Neighbor method. A linear interpolation method (called a method of linear interpolation, first \*\* interpolation, and the Bi-Linear method) and 3rd tatami lump interpolation (called the solid convolution method, the Bi-Cubic method, and the Cubic Convolution method) are known.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Each interpolation mentioned above is the right theoretically, only when the original image comprises a frequency component below half of a Nyquist rate, since interpolation by the sinc function based on the sampling theorem is made into the fundamental concept. However, since the frequency component contained in a actual original image is infinitely large, it cannot restore the high frequency component contained in an original image in said each interpolation.

[0004]Then, the frequency transform method is proposed as a technique for interpolating the high frequency component lost in process of such a sampling. The frequency component band-limited in the frequency domain as a frequency transform method is projected on real space, Only the area setting of all the real space ingredients is projected on frequency space, and after transposing the portion to which it was band-limited of the perimeter wave number ingredients to the former frequency component which is known, the

repeating method (the GP method) of GERUHI berg Papoulis who repeats infinitely operation of projecting on real space again is known well. Generally, the burden on an operation is eased by using DCT operation for frequency conversion (the IM-GPDCT method).

[0005]However, since it is necessary to repeat DCT operation and reverse DCT operation until a suitable high frequency component is obtained, processing time becomes long. A noise is emphasized, or ringing occurs and there is also a possibility that image quality may deteriorate.

[0006]This invention was made in view of the above technical problems, and the purpose is to provide the image processing device and image processing method which can acquire a quality picture at a high speed more.

[0007]

[Means for Solving the Problem]For the above-mentioned purpose achievement, as the approaching blocks overlap in this invention, each image block is acquired, and a picture similar to this each image block is detected and replaced from the inside of a seek area set up according to a degree of the fractal similarity of each image block.

[0008]Each approaching image block makes an image block of prescribed size acquire from an original image held at original image holding mechanism by an image block acquisition means in an image processing device concerning this invention, respectively, as only the specified quantity overlaps. A similarity judging means judges a degree of similarity about each acquired image block. A similarity picture detecting means sets up a seek area about each of each of said image block based on a degree of said judged similarity, and detects a similarity image block which is similar to this each image block from the inside of this seek area. A picture permutation means makes each detected similarity image block replace by said each corresponding image block, respectively. If a picture adding means piles up said each replaced similarity image block, an image adjustment means will adjust a picture of areas of overlap of an added block.

[0009]Digital data of an original image is held by original image holding mechanisms, such as a memory, for example. An image block acquisition means acquires an image block of prescribed size (a  $n \times m$  pixel and  $n=m$  may be sufficient) from a held original image. Here, as approaching image blocks overlap the specified quantity every, respectively, each image block is acquired. For example, each adjoining image blocks will overlap the specified quantity every by acquiring an image block of prescribed size which sets the pixel concerned as an abbreviated center for every stroke matter of an original image.

[0010]A similarity judging means judges a degree of similarity about each image block. When using a fractal similarity image block as a similarity image block, it can also be expressed as "a degree of fractal nature." Intensity of edge of an image block can be used as a degree of similarity. It is because it has the character in which edge intensity becomes high as a high picture of fractal self similarity. Or distance with a picture around an image block and this image block (for example, picture of a field which quadrupled a size of an

image block) can also be used as "a degree of similarity."

[0011]A similarity picture detecting means sets up a seek area for every image block according to a degree of similarity. A similarity picture detecting means detects a similarity image block similar to an image block from the inside of this seek area. A similarity picture detecting means can be set up so that a degree of similarity becomes high, and a seek area may become small. As for a seek area, it is preferred to set up at the maximum smaller than an original image.

[0012]The part with a picture can detect a similarity image block similar to an image block within a seek area out of an original image using character used as a reduced type of a bigger picture than that surrounding, i.e., fractal similarity, respectively. A picture similar to an image block has so high a possibility of existing around this image block that a degree of similarity is high. Time to detect a similarity image block can be shortened by setting a seek area as variable according to a degree of similarity.

[0013]A degree of similarity detects a similarity image block only about each image block which exceeds a predetermined reference value, respectively, and it can avoid performing detection of a similarity image block about each image block below said reference value here.

[0014]Each detected similarity image block is transposed to an image block corresponding, respectively by picture permutation means. Each replaced similarity image blocks overlap the specified quantity every, and are added. Since each approaching image blocks are acquired as they overlap the specified quantity every mutually, the blocks which each block added also approaches overlap the specified quantity every. Then, an image adjustment means adjusts a value of a portion which a block overlapped. For example, a picture can be adjusted by adding and equalizing a value of overlapping pixels. In addition to this, weighting is carried out, for example, and it is very good in an average.

[0015]A degree of similarity can use each image block below a predetermined reference value as it is. In this case, if it divides roughly, three kinds of laps, a part where similarity image blocks overlap, a part where a similarity image block and image blocks overlap, and a part where image blocks overlap, may arise.

[0016]A similarity picture detecting means detects a similarity image block in larger size than size of an image block, and may make size of this similarity image block reduce so that it may become equal to size of said image block.

[0017]For example, if size of  $n \times m$  and a similarity image block is made into  $(k-n) \times (k-m)$  for size of an image block, size of an image block and a similarity image block can be coincided by reducing a similarity image block to  $1/k$ .

[0018]Or a similarity picture detecting means may detect a similarity image block of the same size as said image block by operating a pixel on a curtailed schedule out of a predetermined region set up into an original image in larger size than size of an image block.

[0019]If it says in the aforementioned example, a similarity image block of the same size as

an image block which has a pixel of a  $n \times m$  individual can be obtained by extracting a pixel of  $1/k^2$  from a similarity image block which has a pixel of  $(k-n) \times (k-m)$ , and throwing away the remaining pixels.

[0020]The similarity picture detecting means can detect a similarity image block similar to each image block out of an original image under predetermined conditions set up beforehand, respectively.

[0021]As predetermined conditions, setups of a seek area for detecting a similarity image block can be mentioned. And within a seek area set up smaller than an original image, a similarity picture detecting means may be constituted so that a similarity image block similar to this image block may be detected.

[0022]A similarity picture detecting means judges the similarity of each candidate image block, changing a parameter of image operations, and it holds only a parameter used for acquisition of a candidate image block which is most similar to an image block, and it may be made to detect a similarity image block with a this held parameter.

[0023]As "image operations", affine transformation which performs parallel translation of a picture, expansion, reduction, and rotation can be mentioned, for example. With "a parameter of image operations", quantity of parallel movement, magnifying power, reduction percentage, and angle of rotation can be mentioned, for example. A similarity picture detecting means acquires two or more candidate image blocks within a predetermined seek area, changing a parameter of image operations. And what is most similar to an image block out of a candidate image block of these plurality is detected as a similarity image block.

[0024]When holding each candidate image block, respectively, a memory area for making each candidate image block memorize becomes large, but a similarity image block is detectable by holding only a parameter required to acquire a candidate image block of the shortest distance in few memory areas.

[0025]When an original image is a color picture, image processing which starts this invention only about this specified color system ingredient may be applied by making either of a color system ingredient relevant to a luminosity of a picture, and the other color system ingredient specify among each color system ingredient of an original image. That is, only about a specified color system ingredient, similarity image block substitution of each image block can be carried out, and areas of overlap can be adjusted.

[0026]For example, if RGB color coordinates are mentioned as an example, G ingredient will participate in a luminosity of a picture most greatly among each color component of R (red), G (green), and B (blue), and R ingredient and B ingredient will participate in a tint. For example, by YUV color system, YIQ color system, YCbCr color system, and a Lab color system, Y ingredient or L ingredient is an ingredient which participates in a luminosity of a picture most, and other ingredients (U, V, I, Q, etc.) participate in a tint. then, a kind (a digital camera.) of product in which an image processing device is applied, for example according to the characteristic (natural pictures) of a printer, a scanner, etc. and an original

image, a user's liking, etc., it makes it selectable to any of a color system ingredient relevant to a luminosity, and the other color system ingredient to apply this image processing.

[0027]This invention can also be grasped as a recording medium which recorded a computer program. A program is fixable to various material recording media, such as a hard disk, a floppy (registered trademark) disk, and a memory, for example.

Communication media can also be used like downloading not only this but a program predetermined for example, from a server on a network.

[0028]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described based on drawing 1 - drawing 9.

[0029]1. The 1st embodiment drawing 1 - drawing 7 are a block diagram showing the composition of the image processing device concerning a 1st embodiment of this invention.

[0030]This image processing device 1 adds predetermined image processing to the original image inputted from the original image attaching part 2, and outputs a processed picture to the outputted image attaching part 13. The original image attaching part 2 and the outputted image attaching part 13 comprise a memory etc. The original image attaching part 2 and the outputted image attaching part 13 may also be incorporated as composition of the image processing device 1, and their image processing device 1 is good also as composition of a different body respectively. For example, when reading original image data from the PC card with which the original image was recorded and returning a processed picture to the free space of the PC card concerned, a PC card serves as the original image attaching part 2 and the outputted image attaching part 13.

[0031]The local domain image acquiring part 3 as an "image block acquisition means" acquires the local domain picture of prescribed size for every pixel of an original image, respectively. A local domain picture corresponds to an "image block." In order to acquire a local domain picture for every pixel, respectively so that it may mention later with drawing 2, each approaching local domain pictures will overlap the specified quantity every. The local domain image acquiring part 3 acquires a local domain picture based on the parameter for local domain image acquisition set from the parameter setting section 4. As this parameter, the size of a local domain picture, etc. can be mentioned, for example. The noticed picture element pointer 5 detects the position of the pixel (noticed picture element) under present processing.

[0032]Based on the decision result from the edge intensity judgment part 14, the affine resolution picture acquisition part 6 detects the picture similar to this each local domain picture out of an original image, and acquires it from the inside of the seek area according to the edge intensity of each local domain picture. The affine resolution picture acquisition part 6 operates the picture which exists around a local domain picture based on the parameter for affine transformation set by the affine transformation parameter set part 7,

and detects the affine resolution picture similar to a local domain picture. The affine resolution picture similar to a local domain picture corresponds to a "similarity image block."

[0033]The parameter management table 15 matches and manages the edge intensity and the affine transformation parameter as an example of "the degree of similarity." The affine transformation parameter group is matched with the parameter management table 15, respectively for every stage of each edge intensity of "low", "inside", and "quantity", for example. Based on the edge intensity inputted from the edge intensity judgment part 14, the affine transformation parameter set part 7 acquires a predetermined affine transformation parameter group from the parameter management table 15, and sets this acquired affine transformation parameter group as the affine resolution picture acquisition part 6. Thereby, the affine resolution picture acquisition part 6 acquires the affine resolution picture which is most similar to this each local domain picture within the seek area according to the edge intensity of each local domain picture. When the edge intensity of a local domain picture is below a predetermined reference value, the affine resolution picture acquisition part 6 does not acquire an affine resolution picture about this local domain picture.

[0034]The affine resolution picture acquisition part 6 acquires the affine resolution picture of larger size, for example, twice as many every direction [ as this ] size, than a local domain picture. This acquired affine resolution picture is reduced so that it may become a local domain picture and the same size by the reducing part 8. The similarity calculation part 9 computes distance with the affine resolution picture which was acquired by the local domain picture and the affine resolution picture acquisition part 6 which the local domain image acquiring part 3 acquired, and was reduced by the reducing part 8, and computes both similarity and similarity. Distance calculation may calculate characteristic vector distance and may take a mean square in simple. Here, the affine resolution picture acquisition part 6, the reducing part 8, and the similarity calculation part 9 correspond to a "similarity picture detecting means."

[0035]And the affine resolution picture judged that is most similar by the similarity calculation part 9 is replaced with a corresponding local domain picture by the substitution part 10 as a "picture permutation means."

[0036]The adder unit 11 as a "picture adding means" adds the local domain picture which was not replaced by the replaced affine resolution picture. That is, all the local domain pictures acquired from the original image are replaced and added to the affine resolution picture similar to self, or are added with the original local domain picture. Since a local domain picture is acquired as the approaching local domain pictures overlap, the replaced affine resolution picture and the original local domain picture are added by the adder unit 11, as the approaching pictures overlap the specified quantity every. The equalizing processing part 12 as an "image adjustment means" is adjusted by equalizing the value of the portion which each picture overlapped. As an image adjusting method of the

overlapping portions, it is very good, or weighting of the arithmetic average is carried out, and it is very good in an average. Thus, the adjusted picture is held at the outputted image attaching part 13. Expanding processing, a reducing process, a rotating process, a color conversion process, etc. may be performed after image adjustment.

[0037]The edge intensity judgment part 14 as a "similarity judging means" judges the degree of the fractal nature of each acquired local domain picture. About the local domain picture judged as the degree of fractal nature exceeding a predetermined reference value, an affine resolution picture is detected by the affine resolution picture acquisition part 6 using the affine transformation parameter according to the edge intensity which this local domain picture has. The local domain picture which is below a reference value predetermined in the degree of fractal nature is added with an affine resolution picture as it is. That is, an affine resolution picture is acquired about not all the local domain pictures acquired from an original image, but an affine resolution picture is acquired only about the high local domain picture of the degree of fractal nature. Edge intensity can be used as "a degree of fractal nature." This is later mentioned with drawing 5.

[0038]Drawing 2 is an explanatory view showing the profile of the image processing method by an image processing device. As shown in drawing 2 (a), a local domain picture is set up for every pixel of an original image, and an affine resolution picture is acquired for every local domain picture with high edge intensity among each local domain picture, respectively.

[0039]The local domain picture of  $n \times n$  size is acquired by setting the attention image concerning the present processing as an abbreviated center, for example. The case of  $n = 4$  is illustrated in a figure. An affine resolution picture is specifically acquired in a twice as many every direction [ as this ] size so that it may become larger than local domain image size ( $2n \times 2n$ ). Especially by an embodiment, unless it shows clearly, a local domain picture and an affine resolution picture are explained as a square, but this invention is not limited to this. Each picture can also be set as other polygons, such as a rectangle and a parallelogram. According to the edge intensity of a local domain picture, it should be cautious of the point that the seek area which detects an affine resolution picture also changes.

[0040]The affine resolution picture similar to a local domain picture can also be searched from the whole original image here. However, processing time becomes long, so that a seek area is extended. Although based on the size of an image block (local domain picture), the characteristic of an original image, etc., a similarity image block (affine resolution picture) may have a high possibility of being discovered around an image block. This invention in particular is not what asks for the image block which divides the whole original image into two or more image blocks which do not overlap mutually, and is similar to each image block, In order to set up so that a part of each adjoining image block may overlap, the number of image blocks increases and the number of times which detects a similarity image block increases. Therefore, processing time may become longer if the seek

area (search range) of a similarity image block is extended to the whole original image. [0041]Then, he does not search this embodiment for the whole original image, but is trying to search for a similarity image block at it within some original images and the seek area corresponding to edge intensity further. The size of a seek area can be dynamically changed according to the character of an original image, etc. In the size of an image block, when size of  $X_{max}$ ,  $Y_{max}$ , and a seek area is set to  $\alpha \times \beta m$ , the following relation is materialized [ size / of  $n \times m$  and an original image ].

[0042] $1 < \alpha < X_{max}/n \dots$  (expression 1)

$1 < \beta < Y_{max}/m \dots$  (expression 2)

The value of the coefficients  $\alpha$  and  $\beta$  which determine the size of a seek area can be arbitrarily set up in the range with which the above-mentioned expression 1 and 2 is filled. However, this invention may look not only for this but for the whole original image.

[0043]As shown in drawing 2 (b), the affine resolution picture ("candidate image block") acquired from the local domain picture with every direction 2 double size is reduced so that it may become the same size as a local domain picture. And the distance of the affine resolution picture and local domain picture which were reduced is computed, and similarity and similarity are judged. An affine resolution picture with the highest similarity is replaced by the local domain picture concerned out of the affine resolution picture acquired about a certain local domain picture. [ two or more ]

[0044]Since the local domain picture is acquired as are shown in drawing 2 (c), and the approaching pictures overlap mutually, the pictures which the affine resolution picture replaced by this each local domain picture also adjoins, respectively overlap. As shown in a figure, when shifting 1 pixel of local domain pictures (4 pixels x 4 pixels) at a time, acquiring them and its attention is paid only to a x direction, the picture of a maximum of four sheets will overlap. The local domain picture of four sheets overlaps at the maximum similarly in a y direction. Then, the duplicate portion is adjusted by taking the arithmetic average of the value of each pixel.

[0045]In this embodiment, an affine resolution picture was not acquired about an all station feudal estate region picture, but edge intensity (fractal nature) acquires the affine resolution picture only about the local domain picture which exceeds a predetermined reference value. Therefore, not all of the picture of four sheets shown in drawing 2 (c) are necessarily affine resolution pictures. Affine resolution pictures, the original local domain pictures, an affine resolution picture, and local domain pictures may overlap.

[0046]Drawing 3 is an explanatory view showing the image-operations method at the time of acquiring an affine resolution picture, and a parameter. As shown in drawing 3 (a), only  $S_x$  and  $S_y$  can carry out parallel translation of the picture. As shown in drawing 3 (b), only the angle  $\theta$  can also rotate a picture. As shown in drawing 3 (c) and (d), it can expand reduce to a x direction  $E_x$  time, or a picture can also be expanded or reduced to a y direction  $E_y$  time.

[0047]The upper limit and lower limit of these various parameters  $S_x$ ,  $S_y$ ,  $\theta$ ,  $E_x$ , and  $E_y$

consider it as a group, and are registered into the parameter management table 15. That is, each parameter group comprises  $S_{xmax}$ ,  $S_{xmin}$ ,  $S_{ymax}$ ,  $S_{ymin}$ ,  $\theta_{tmax}$ ,  $\theta_{tmin}$ ,  $E_{xmax}$ ,  $E_{xmin}$ ,  $E_{ymax}$ , and  $E_{ymin}$ . The affine resolution picture acquisition part 6 acquires an affine resolution picture by changing each parameter from lower limit min to the upper limit max.

[0048]Next, an operation of this embodiment is explained based on drawing 4 - drawing 6. Hereafter, a step is written as "S."

[0049]First, drawing 4 is a flow chart which shows the flow of the whole image processing. (0, 0) are set to the coordinates (x, y) of a noticed picture element, and conversion is made to start from the pixel of the beginning of an original image in S1. Next, the edge intensity of the local domain picture centering on a noticed picture element is calculated (S2). If the field (3 pixels x 3 pixels) centering on noticed picture element  $P_{x5}$  is mentioned as an example as shown in drawing 5, The level difference ( $|P_{x1}+P_{x2}+P_{x3}|-|P_{x7}+P_{x8}+P_{x9}|$ ) of the sequence located in the upper and lower sides of a noticed picture element and the level difference ( $|P_{x1}+P_{x4}+P_{x7}|-|P_{x3}+P_{x6}+P_{x9}|$ ) of the sequence located in the right and left of a noticed picture element are detected, and this computes edge intensity (S2). That is, the strength of the degree of fractal nature is judged with the edge intensity of the noticed picture element circumference.

[0050]It is not necessary to not necessarily coincide the field for an edge intensity judging, and the size of a local domain picture. For example, when acquiring a local domain picture (4 pixels x 4 pixels) focusing on a noticed picture element, it is also possible to be also able to judge edge intensity in the field (3 pixels x 3 pixels) centering on a noticed picture element, and to judge edge intensity in a field (5 pixels x 5 pixels or more). This embodiment describes as what coincides an edge intensity area judging and the size of a local domain picture.

[0051]Next, the computed edge intensity is equivalent to which stage, or a rank division is performed (S3, S6, S8). Namely (S3). [ whether edge intensity is the one or less level th as "a predetermined reference value", and ] Although edge intensity exceeds [ whether although edge intensity exceeds level th1, it is the two or less next level th, and ] level th2 (S6), it is judged whether it is the three or less record level th, respectively (S8).

[0052]And as shown in drawing 6, the range of the seek area at the time of acquiring whether an affine resolution picture is acquired and an affine resolution picture according to the strength of the detected edge intensity becomes settled.

[0053](1) When edge intensity is the one or less level th in the case of edge intensity  $\leq th1$ , (S3:NO) and a local domain picture are acquired and (S4) and this acquired local domain picture are added as it is (S5). As shown in drawing 6 (a), a local domain picture is used as it is, and an affine resolution picture is not detected.

[0054](2) the case where edge intensity exceeds level th1 in the case of  $th1 < \text{edge intensity} \leq th2$ , and it is below the level th2 ( $th2 > th1$ ) -- (S6:NO) -- "-- low" -- set the 1st affine transformation parameter group for edge intensity to the affine resolution picture acquisition

part 6 (S7). This detects the affine resolution picture which is similar to a local domain picture within a large seek area, as shown in drawing 6 (b).

[0055](3)  $th2 < \text{edge intensity} \leq th3$  edge intensity exceeds  $th2$ , and when it is below the level  $th3$  ( $th3 > th2$ ), set (S8:NO) and the 2nd affine transformation parameter group for "inside" edge intensity to the affine resolution picture acquisition part 6 (S9). Thereby, as shown in drawing 6 (c), the affine resolution picture which is similar to a local domain picture within the seek area of the size of a degree in the middle is detected.

[0056](4) When the edge intensity by which  $th3 < \text{edge intensity}$  calculation was carried out exceeds level  $th3$ , set (S8:YES) and the 3rd affine transformation parameter group for "quantity" edge intensity to the affine resolution picture acquisition part 6 (S10). Thereby, as shown in drawing 6 (d), the affine resolution picture which is similar to a local domain picture within a small seek area is detected.

[0057]As mentioned above, if an affine transformation parameter is set according to the edge intensity which a local domain picture has, fractal interpolation will be performed using this affine transformation parameter (S11). Fractal interpolation is later mentioned with drawing 7.

[0058]And the pixel to observe is moved to the following pixel (S12), and it is judged whether either the affine resolution picture or the local domain picture was acquired about all the pixels of the original image (S13). When processing of the whole original image is not completed, it returns to S2 again and each above-mentioned processing is repeated.

[0059]When the affine resolution picture similar to the local domain picture or local domain picture corresponding to each is acquired and added about all the pixels of an original image, it equalizes about (S13:YES) and the areas of overlap of each picture, and it is considered as an outputted image (S14). When expanding the picture changed by doing in this way, interpolation processing of the former, such as linear interpolation, can be performed further.

[0060]Next, drawing 7 is a flow chart which shows the flow of the fractal interpolation processing shown as S11 in drawing 4.

[0061]First, the maximum is set to the "shortest distance" for judging the similarity of a local domain picture and an affine resolution picture (S21). And the local domain picture which sets a noticed picture element as an abbreviated center is acquired (S22), and an initial value (lower limit) is set to each parameter for affine transformation ( $S_x$ ,  $S_y$ ,  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $\theta$ ), respectively (S23). At other steps mentioned later, in a similar manner, but, as long as there is no influence in processing, the processing order of a step can be changed. That is, the processing order of S21-S23 is not asked.

[0062]If an affine resolution picture is acquired based on the set parameter (S24), it will reduce so that this acquired affine resolution picture may become the same size as a local domain picture (S25). And the distance of a local domain picture and the affine resolution picture of the same size corresponding to this local domain picture is computed (S26), and it is judged whether this computed distance is smaller than the value set as the parameter

"shortest distance" of a similarity judging, and more similar (S27). When the computed result of the newest distance is smaller than the "shortest distance", this newest affine transformation parameter and the value of distance are held (S28). When the newest distance is not smaller than the "shortest distance", for a reason when the acquired affine resolution picture does not resemble a local domain picture, the value of each parameter and distance is not held.

[0063]And only the specified quantity changes each parameter (S29), and it is judged whether the variable range of each parameter was exceeded (S30). That is, an affine resolution picture is acquired, respectively, changing each parameter from an initial value to upper limit, and distance with a local domain picture is computed (S24-S30). Therefore, in S28, the affine transformation parameter of the affine resolution picture which is most similar to the local domain picture which starts the present noticed picture element among the affine resolution pictures acquired in the variable range of each parameter, and its distance will be held.

[0064]When changing each parameter to a maximum, based on each parameter held by S28, the affine resolution picture which is most similar to a local domain picture is acquired (S31). And the acquired affine resolution picture is reduced to the same size as a local domain picture (S32), and it adds to the affine resolution picture acquired previously (S33). Addition is storing the digital data of an affine resolution picture in the prescribed position of a memory area.

[0065]Thereby, about the local domain picture among all the local domain pictures acquired from an original image in which the degree of fractal similarity is higher than reference-value  $th_1$ , the affine resolution picture similar to this local domain picture is detected from the inside of a seek area predetermined [ in an original image ], is replaced, and is added. On the other hand, as for acquisition of an affine resolution picture, the degree of fractal similarity is not performed about an one or less reference value [  $th$  ] local domain picture, but the original local domain picture is added as it is.

[0066]According to this embodiment constituted in this way, the following effects are done so.

[0067]As the pictures close to the 1st overlap the specified quantity every, they acquire a local domain picture, and it about each local domain picture whose fractal similarity is higher than reference-value  $th_1$  predetermined. In order to detect the affine resolution picture similar to this each local domain picture out of an original image and to replace it, it becomes convertible into a quality picture about the picture of low quality.

[0068]Since the seek area for affine resolution picture detection is set as the 2nd according to the edge intensity of a local domain picture, what is necessary is just to be able to detect an affine resolution picture within the seek area according to the strength of fractal similarity, processing speed can be raised, and image processing time can be shortened. Although many local domain pictures are acquired compared with the case where divide an original image simply and it is made to replace by a similarity picture, especially in this

invention which they acquire as local domain pictures overlap the specified quantity every, Processing time can be shortened by setting a seek area as variable according to edge intensity.

[0069]Since an affine resolution picture is acquired only when the degree of fractal nature is higher than reference-value  $th1$  predetermined, as compared with the case where an affine resolution picture is acquired, processing time can be shortened [ 3rd ] about all the local domain pictures. Therefore, it combines with the composition of variable setting out of said seek area, and much more high speed processing can be realized.

[0070]Sense of incongruity can be prevented from arising in the knot between pictures compared with the case where make each picture overlap with the 4th the specified quantity every, and a picture is not overlapped in order to process the overlapping portions by equalization etc. Therefore, for example, when original images are natural pictures, quality can be raised, maintaining a natural gradation change.

[0071]After holding the affine transformation parameter which is most similar to a local domain picture to the 5th and completing search of a seek area to it, judging the similarity of an affine resolution picture and a local domain picture, Since an affine resolution picture is acquired by the held affine transformation parameter, the affine resolution picture which is similar to a local domain picture with few memory resources can be acquired.

[0072]2. Describe a 2nd embodiment of this invention based on the 2nd embodiment, next drawing 8. In each following embodiment, the same numerals shall be given to the same component as the component mentioned above, and the explanation shall be omitted. The feature of this embodiment is at the point of having acquired the affine resolution picture of the same size as a local domain picture, by operating a pixel on a curtailed schedule and acquiring an affine resolution picture.

[0073]As shown in drawing 8 (a), the affine resolution picture of the same size as a local domain picture can be acquired by acquiring an affine resolution picture from the inside of a predetermined seek area in the size of  $2n \times 2n$ , and reducing this acquired affine resolution picture.

[0074]On the other hand, although an affine resolution picture is acquired in the size of  $2n \times 2n$  as shown in drawing 8 (b), all the pixels in this size are not acquired, By thinning out and acquiring a pixel every other piece, the affine resolution picture of the same size as a local domain picture can be acquired, without performing a reducing process.

[0075]3. Describe a 3rd embodiment of this invention based on the 3rd embodiment, next drawing 9. The feature of this embodiment is that it enabled setting out of the value of an affine transformation parameter for every color component based on the characteristic of an original image, etc.

[0076]First, a user faces performing picture refining by an image processing device, and can choose color blot prevention mode or the sharp mode exclusively (S41). In color blot prevention mode, the fractal interpolation by this invention is applied to R ingredient and B ingredient among the original images expressed by RGB color coordinates in order to

suppress a blot of a color. On the other hand, in the sharp mode, only G ingredient applies fractal interpolation in order to make the outline of a picture, etc. clear. For example, in a digital camera etc. which form one unit by the pixel for R ingredients per piece each and the pixel for B ingredients, and two pixels for G ingredients, color blot prevention mode is used for natural pictures, and the sharp mode is suitably used for the picture of a character, a diagram, etc., respectively.

[0077]When color blot prevention mode is chosen, R plain and B plain are set to the color plane used as the candidate for fractal interpolation (S42). On the other hand, when the sharp mode is chosen, G plain is set as a plain for fractal interpolation (S43).

[0078]And after [ said ] setting the initial value of a noticed picture element similarly (S44), the edge intensity of the local domain picture centering on a noticed picture element is computed (S45, S46). When the computed edge intensity exceeds reference-value  $th_1$  predetermined, fractal interpolation is performed using the affine transformation parameter according to (S46:YES) and edge intensity (S47, S48). When edge intensity is the one or less reference value  $th_1$ , (S46:NO) and the acquired local domain picture are added as it is (S49, S50). Each above-mentioned processing is repeated until it ends processing about all the pixels of an original image (S51, S52).

[0079]When an affine resolution picture or a local domain picture is acquired about all the pixels of an original image, (S52:YES) and each picture are added and equalized (S53). Thereby, plain processing of one sheet is completed. Then, when it judges whether there is any plain which should be processed next (S54) and the plain which should be processed remains, it changes to this plain and each above-mentioned processing is made to perform (S55). When processing is ended about all the plains which had execution of fractal interpolation specified, it compounds that others are plain and an outputted image is obtained (S56).

[0080]That is, in the case of color blot prevention mode, fractal interpolation by this invention is performed about the image data of R plain and B plain, it is compounded with G plain, and an outputted image is obtained. In this case, about G plain, it may compound, after performing interpolation processing of others, such as linear interpolation, and it may compound, without performing interpolation processing. Similarly, in the case of the sharp mode, fractal interpolation by this invention is performed only about the image data of G plain, and it is compounded with R plain and B plain.

[0081]Thereby, image processing can be performed according to the characteristic of an original image, a user's hope, etc.

[0082]If it is a person skilled in the art, various additions, change, combination, etc. are possible within the limits of the gist of this invention indicated to said each embodiment. For example, although the case where a local domain picture was acquired for every pixel of an original image was illustrated in said each embodiment, not only this but the local domain picture which approaches, for example like every other pixel 2 pixels of every may select a pixel with a prescribed interval within limits which overlap the specified quantity every.

[0083]

[Effect of the Invention]According to the image processing device and image processing method concerning this invention, it becomes possible to change the picture of low quality into a quality picture comparatively for a short time as explained above.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram of the image processing device concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is an explanatory view showing the outline of image processing.

[Drawing 3]It is an explanatory view showing the outline of affine transformation.

[Drawing 4]It is a flow chart which shows an image processing method.

[Drawing 5]It is an explanatory view showing the calculating method of edge intensity.

[Drawing 6]It is an explanatory view showing signs that the size of a seek area changes according to the level of edge intensity.

[Drawing 7]It is a flow chart which shows the flow of concrete processing of the fractal interpolation shown in drawing 4.

[Drawing 8]It is an explanatory view of the image processing method concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 9]It is a flow chart of the image processing method concerning a 3rd embodiment of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Image processing device
- 2 Original image attaching part
- 3 Local domain image acquiring part
- 4 Parameter setting section
- 5 Pixel pointer
- 6 Affine resolution picture acquisition part
- 7 Affine transformation parameter set part
- 8 Reducing part
- 9 Similarity calculation part
- 10 Substitution part
- 11 Adder unit
- 12 Equalizing processing part

13 Outputted image attaching part

14 Edge intensity judgment part

15 Parameter management table

---

[Translation done.]

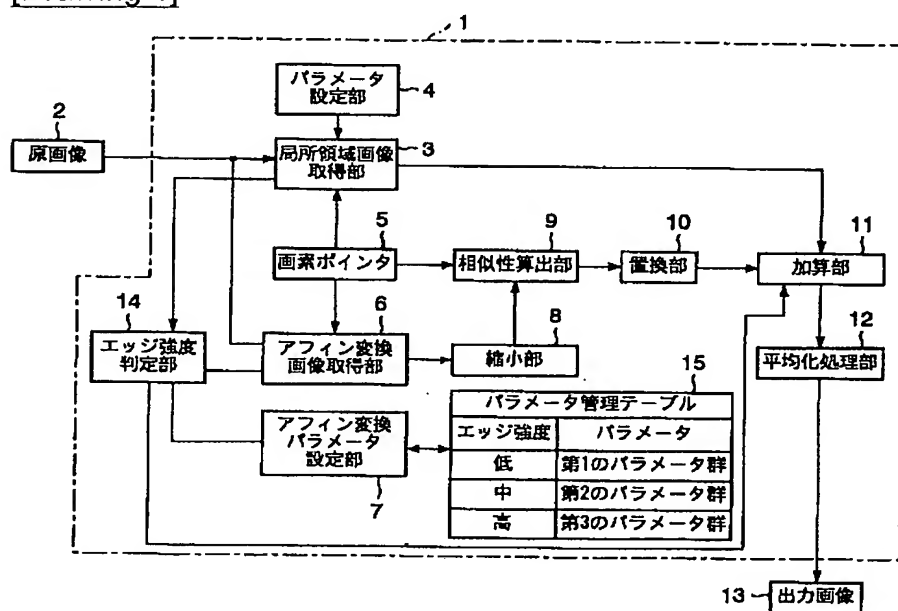
## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

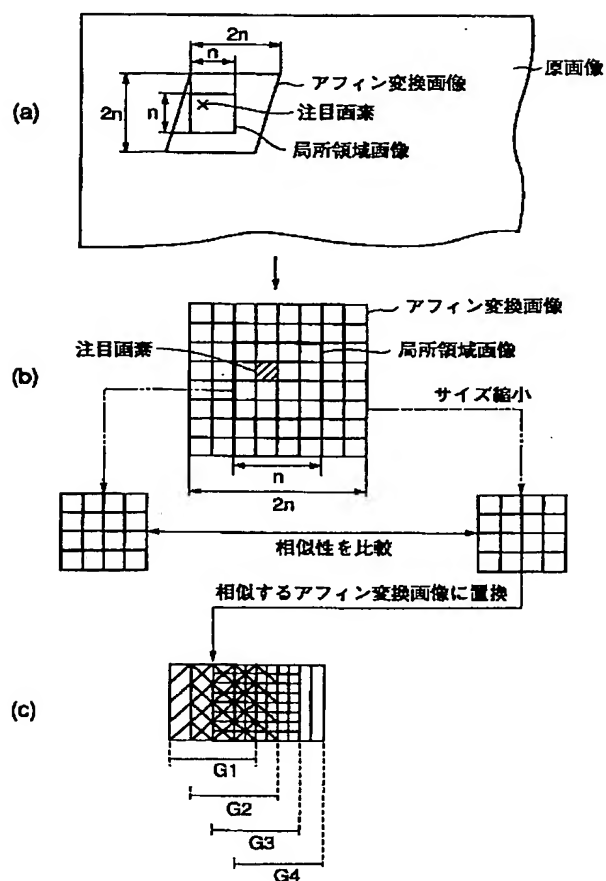
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

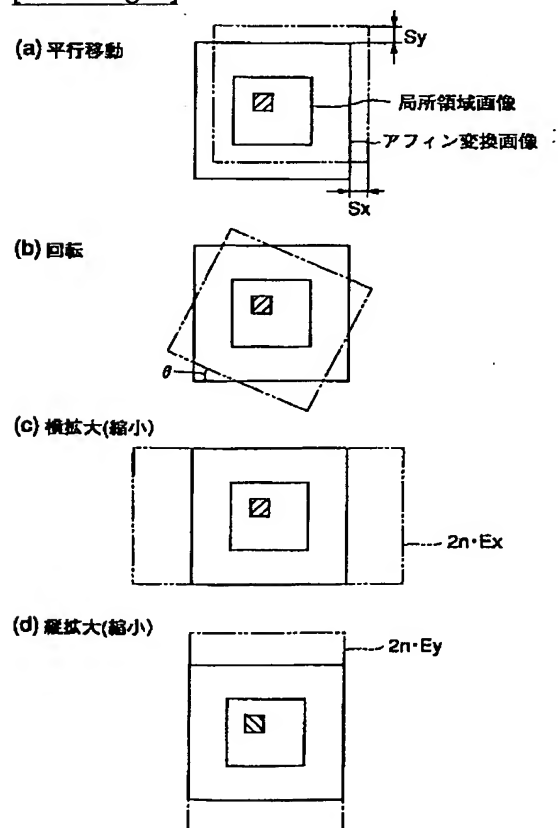
[Drawing 1]



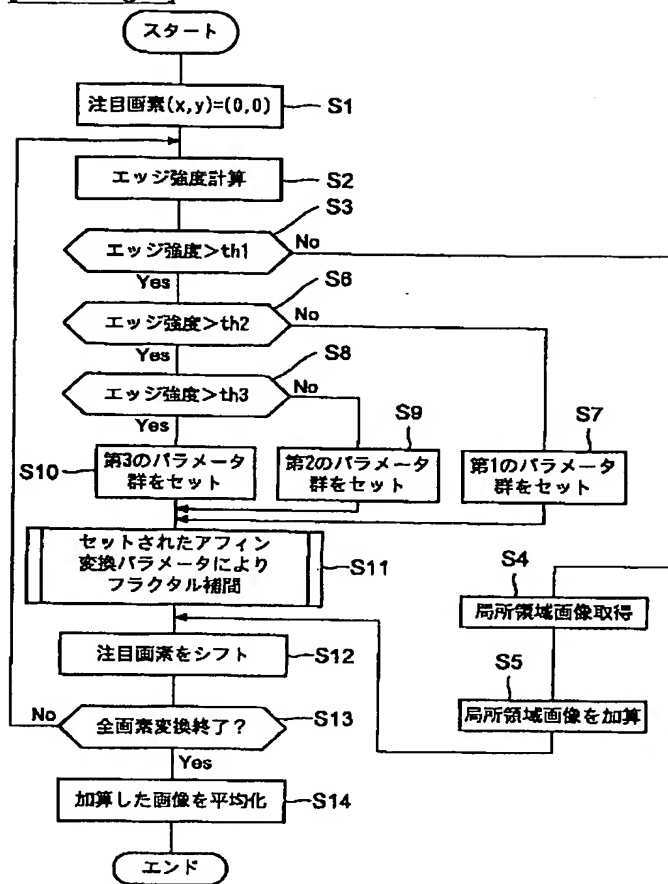
[Drawing 2]



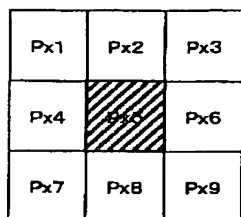
## [Drawing 3]



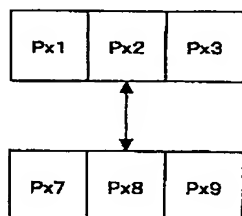
[Drawing 4]



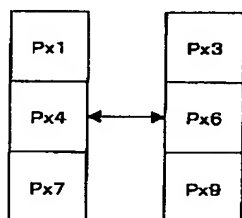
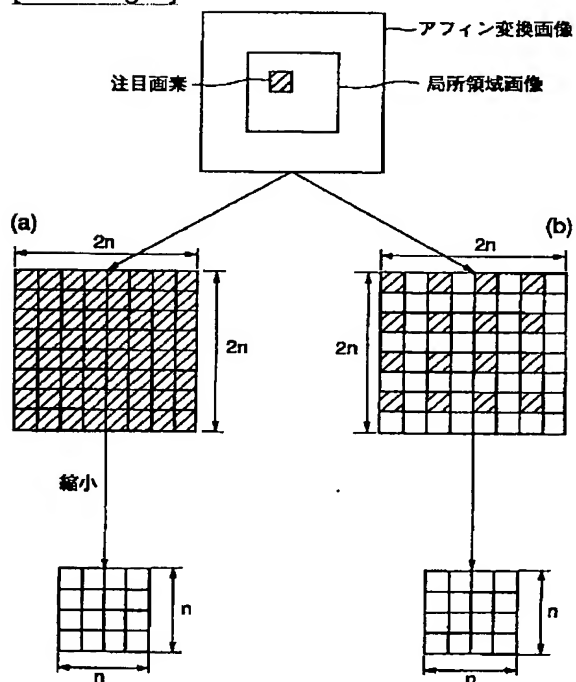
[Drawing 5]

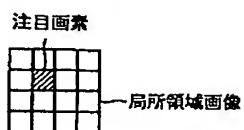
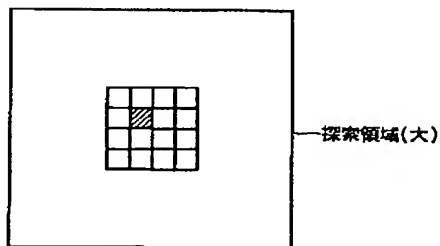
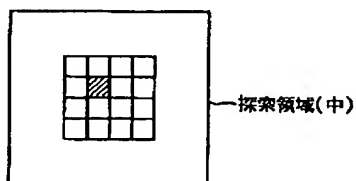
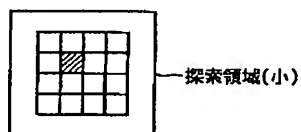


(a) 注目画素の上下列のレベル差

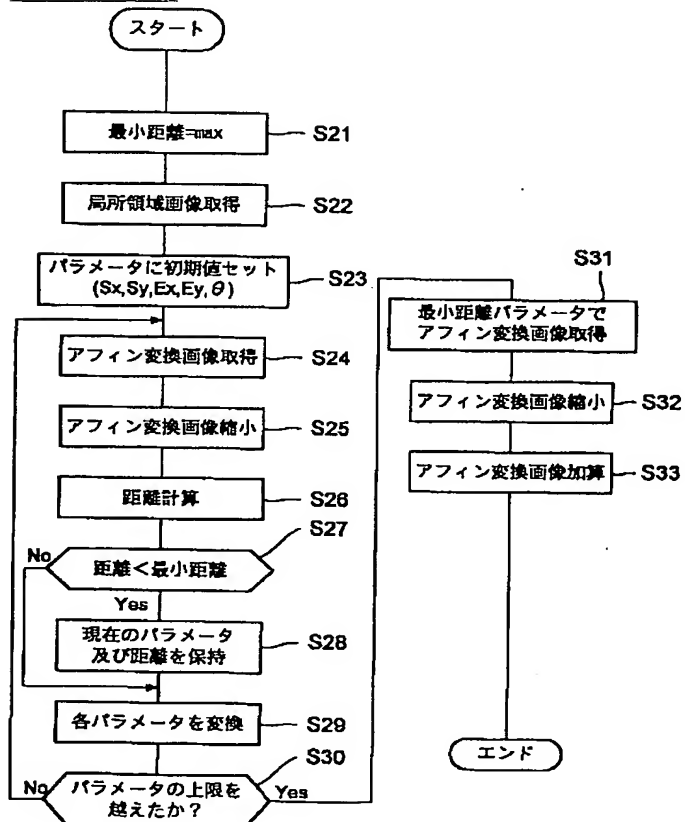


(b) 注目画素の左右列のレベル差

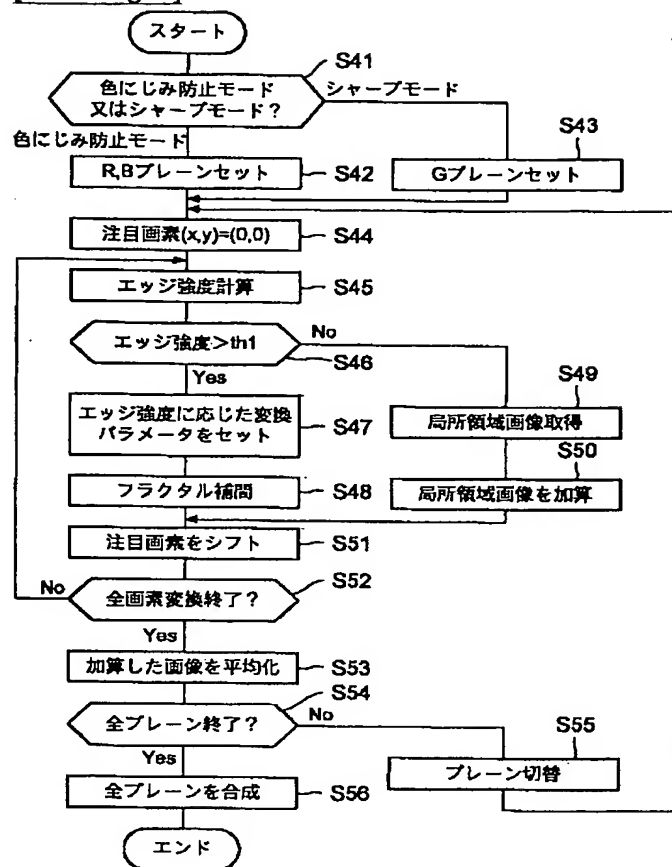
[Drawing 8][Drawing 6]

(a) エッジ強度  $\leq th1$ (b)  $th1 < \text{エッジ強度} \leq th2$ (c)  $th2 < \text{エッジ強度} \leq th3$ (b)  $th3 < \text{エッジ強度}$ 

[Drawing 7]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-185770

(P2002-185770A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマト\* (参考)

H 0 4 N 1/387

H 0 4 N 1/387

5 B 0 5 7

G 0 6 T 3/40

G 0 6 T 3/40

A 5 C 0 7 6

H 0 4 N 1/46

H 0 4 N 1/46

Z 5 C 0 7 9

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-380490(P2000-380490)

(22) 出願日 平成12年12月14日 (2000.12.14)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 松平 正年

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095371

弁理士 上村 輝之 (外2名)

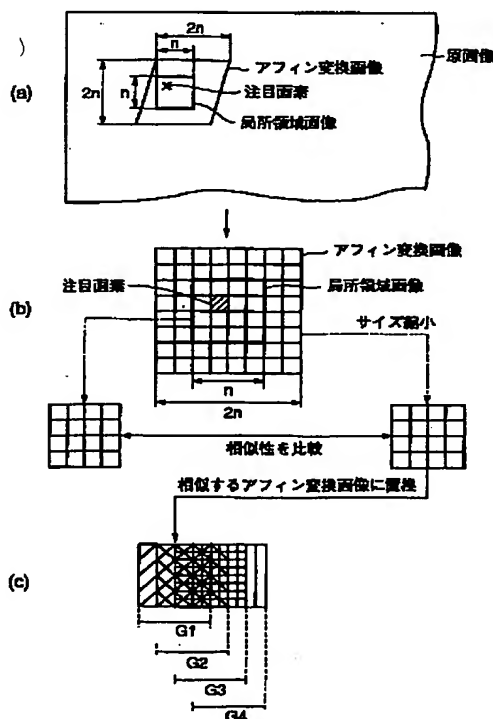
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 比較的短時間で低品質の原画像を高品質の画像に変換すること。

【解決手段】 原画像の各画素毎に、該画素を略中心とする  $n \times n$  サイズの局所領域画像を設定し、取得する。この取得された局所領域画像に相似する  $2n \times 2n$  サイズの画像を、局所領域画像の周辺画像をアフィン変換することにより、検出する。検出されたアフィン変換画像を局所領域画像と同一サイズまで縮小し、局所領域画像との距離 (相似性) を求める。局所領域画像に最も相似するアフィン変換画像を局所領域画像と置き換える。各アフィン変換画像が重なり合う部分は平均化して処理する。局所領域画像のフラクタル相似性の度合に基づいて、アフィン変換画像を探索する領域を設定する。フラクタル相似性の度合が強い場合は、比較的小さな探索領域を設定することにより、短時間で局所領域画像に相似するアフィン変換画像を検出することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原画像を保持するための原画像保持手段と、

前記保持された原画像から所定サイズの画像ブロックを、近接する各画像ブロックが所定量だけ重なり合うようにして、それぞれ取得する画像ブロック取得手段と、前記取得された各画像ブロックについて、相似性の度合を判定する相似性判定手段と、前記各画像ブロックのそれぞれについて、前記判定された相似性の度合に基づいて探索領域を設定し、該探索領域内から該各画像ブロックに相似する相似画像ブロックを検出する相似画像検出手段と、前記検出された各相似画像ブロックを、対応する前記各画像ブロックにそれぞれ置換する画像置換手段と、前記置換された各相似画像ブロックを重ね合わせる画像加算手段と、前記画像加算手段により加算されたブロックの重複部分の画像を調整する画像調整手段と、を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記相似画像検出手段は、前記各画像ブロックのうち、前記相似性判定手段により判定される相似性の度合が所定の基準値を上回る画像ブロックについてのみ前記相似画像ブロックを検出するものであり、前記画像加算手段は、前記画像置換手段により置換された相似画像ブロックと前記相似性判定手段により前記相似性の度合が前記所定の基準値以下であると判定された画像ブロックとを重ね合わせるものである、請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記相似画像検出手段は、前記相似性の度合が高くなるほど、前記探索領域を小さく設定する請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記相似性の度合として、前記画像ブロックのエッジの強度を用いる請求項 1～請求項 3 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記画像調整手段は、前記重複部分の画像を平均化するものである請求項 1～請求項 4 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記画像ブロック取得手段は、前記原画像の 1 画素毎に、当該画素を略中心とする所定サイズの画像ブロックを取得するものである請求項 1～請求項 5 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記相似画像検出手段は、前記画像ブロックのサイズよりも大きいサイズで前記相似画像ブロックを検出し、該相似画像ブロックのサイズを前記画像ブロックのサイズと等しくなるように縮小させるものである請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記相似画像検出手段は、前記画像ブロックのサイズよりも大きいサイズで前記原画像中に設定される所定領域の中から、画素を間引きすることによ

り、前記画像ブロックと同一サイズの相似画像ブロックを検出するものである請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記探索領域は、前記原画像よりも小さく設定される請求項 1～請求項 8 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 10】 前記相似画像検出手段は、前記探索領域内で、画像操作のパラメータを変えながら複数の候補画像ブロックの相似性を判定し、最も前記画像ブロックに相似する候補画像ブロックの取得に用いたパラメータのみを保持して、該保持されたパラメータにより前記相似画像ブロックを検出する請求項 1～請求項 9 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 11】 カラーの原画像を保持するための原画像保持手段と、

前記原画像の各表色系成分のうち画像の明るさに関連する表色系成分とそれ以外の表色系成分とのいずれか一方を指定する指定手段と、

前記指定された表色系成分の原画像から所定サイズの画像ブロックを、近接する各画像ブロックが所定量だけ重なり合うようにして、それぞれ取得する画像ブロック取得手段と、

前記取得された各画像ブロックについて、相似性の度合を判定する相似性判定手段と、

前記各画像ブロックのそれぞれについて、前記判定された相似性の度合に基づいて探索領域を設定し、該探索領域内から該各画像ブロックに相似する相似画像ブロックを検出する相似画像検出手段と、

前記検出された各相似画像ブロックを、対応する前記各画像ブロックにそれぞれ置換する画像置換手段と、

前記置換された各相似画像ブロックを重ね合わせる画像加算手段と、

前記画像加算手段により加算されたブロックの重複部分の画像を調整する画像調整手段と、

前記指定手段により指定された表色系成分以外の原画像と前記調整手段により調整された画像とを合成する合成手段と、を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 12】 近接する画像ブロック同士が所定量だけ重なり合うようにして原画像から各画像ブロックを順次取得し、

前記順次取得された各画像ブロックについて、相似性の度合をそれぞれ判定し、

前記各画像ブロックのそれぞれについて、前記判定された相似性の度合に基づいて探索領域を設定し、

該探索領域内から該各画像ブロックに相似する相似画像ブロックをそれぞれ検出し、

前記各検出された相似画像ブロックを対応する前記各画像ブロックにそれぞれ置換せしめ、

前記置換された各相似画像ブロックを重ね合わせ、

前記加算されたブロックの重複部分の画像を調整して出

力させる、ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 13】 コンピュータに画像処理を実行させるための画像処理プログラムを記録した記録媒体において、

保持された原画像から所定サイズの画像ブロックを、近接する各画像ブロックが所定量だけ重なり合うようにして、それぞれ取得させる機能と、

前記取得された各画像ブロックについて相似性の度合を判定させる機能と、

前記各画像ブロックのそれぞれについて、前記判定された相似性の度合に基づいて探索領域を設定させる機能と、

前記探索領域内から前記各画像ブロックに相似する相似画像ブロックを検出させる機能と、

前記検出された各相似画像ブロックを、対応する前記各画像ブロックにそれぞれ置換させる機能と、

前記置換された各相似画像ブロックを重ね合わせさせる機能と、

前記加算されたブロックの重複部分の画像を調整させる機能と、をコンピュータ上に実現させるためのコンピュータプログラムを該コンピュータが読取り及び理解可能な形態で記録したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば低品質の画像を補間して高品質の画像に変換可能な画像処理装置及び画像処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、低品質のデジタル画像を高品質の画像に変換したり、低解像度の画像を高解像度に変換したり、画像を拡大したりする場合には、オリジナルの画素と画素との間に新たな画素を挿入する等の画像補間が行われる。デジタル画像の補間方法としては、例えば、最近傍補間法（最近隣接補間法、零次ホールド法、Nearest-Neighbor法とも呼ばれる）、線形補間法（直線補間法、共一次補間法、Bi-Linear法とも呼ばれる）、3次たたま込み補間法（立体コンボリューション法、Bi-Cubic法、Cubic Convolution法と呼ばれる）が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した各補間法は、サンプリング定理に基づくsinc関数による補間を基本概念としているため、原画像がナイキスト周波数の半分以下の周波数成分から構成されている場合にのみ、理論的に正しい。しかし、実際の原画像に含まれる周波数成分は無限に大きいため、前記各補間法では、原画像に含まれる高周波成分を復元することができない。

【0004】そこで、このようなサンプリングの過程で失われた高周波成分を補間するための手法として、周波数変換法が提案されている。周波数変換法としては、周

波数領域において帯域制限された周波数成分を実空間に射影し、全実空間成分のうちの制限範囲のみを周波数空間に射影し、全周波数成分のうちの帯域制限された部分を既知である元周波数成分に置き換えた上で、再び実空間に射影するという操作を無限に繰り返すゲルヒベルグーパボリスの反復法（GP法）がよく知られている。一般的には、周波数変換にDCT演算を用いることで演算上の負担を軽減している（IM-GP-DCT法）。

【0005】しかし、適当な高周波成分が得られるまで、DCT演算や逆DCT演算を繰り返す必要があるため、処理時間が長くなる。また、ノイズが強調されたり、リングングが発生したりして、画質が低下するおそれもある。

【0006】本発明は、上記のような課題に鑑みなされたもので、その目的は、高品質の画像をより高速に得ることができる画像処理装置及び画像処理方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的達成のため、本発明では、近接するブロック同士が重なり合うようにして各画像ブロックを取得すると共に、各画像ブロックのフラクタル相似性の度合に応じて設定される探索領域内から、該各画像ブロックに相似する画像を検出し、置換する。

【0008】本発明に係る画像処理装置では、画像ブロック取得手段により、原画像保持手段に保持された原画像から所定サイズの画像ブロックを、近接する各画像ブロックが所定量だけ重なり合うようにして、それぞれ取得させる。相似性判定手段は、取得された各画像ブロックについて、相似性の度合を判定する。相似画像検出手段は、前記各画像ブロックのそれぞれについて、前記判定された相似性の度合に基づいて探索領域を設定し、該探索領域内から該各画像ブロックに相似する相似画像ブロックを検出する。画像置換手段は、検出された各相似画像ブロックを、対応する前記各画像ブロックにそれぞれ置換させる。画像加算手段が前記置換された各相似画像ブロックを重ね合わせると、画像調整手段は、加算されたブロックの重複部分の画像を調整する。

【0009】原画像のデジタルデータは、例えば、メモリ等の原画像保持手段により保持されている。画像ブロック取得手段は、保持された原画像から所定サイズ（ $n \times m$ 画素、 $n=m$ でもよい）の画像ブロックを取得する。ここで、近接する画像ブロックがそれぞれ所定量ずつ重なり合うようにして、各画像ブロックが取得される。例えば、原画像の画素毎に当該画素を略中心とする所定サイズの画像ブロックを取得することにより、隣接する各画像ブロックは、所定量ずつ重なり合うことになる。

【0010】相似性判定手段は、各画像ブロックについて相似性の度合を判定する。相似画像ブロックとしてフ

フラクタル相似画像ブロックを用いる場合は、「フラクタル性の度合」と表現することもできる。相似性の度合としては、画像ブロックのエッジの強度を用いることができる。フラクタル自己相似性の高い画像ほど、エッジ強度が高くなる性質を有するためである。あるいは、画像ブロックと該画像ブロックの周囲の画像（例えば、画像ブロックの大きさを4倍した領域の画像）との距離を「相似性の度合」として用いることもできる。

【0011】相似画像検出手段は、相似性の度合に応じて、各画像ブロック毎に探索領域を設定する。相似画像検出手段は、この探索領域内から画像ブロックに相似する相似画像ブロックを検出する。相似画像検出手段は、相似性の度合が高くなるほど探索領域が小さくなるように設定することができる。なお、探索領域は、最大でも原画像よりも小さく設定するのが好ましい。

【0012】画像のある一部は、周囲のより大きな画像の縮小形となっている性質、即ち、フラクタル相似性を利用して、原画像の中から画像ブロックに相似する相似画像ブロックを探索領域内でそれぞれ検出することができる。相似性の度合が高いほど、画像ブロックに相似する画像は、該画像ブロックの周辺に存在する可能性が高い。相似性の度合に応じて探索領域を可変に設定することにより、相似画像ブロックを検出する時間を短縮することができる。

【0013】ここで、相似性の度合が所定の基準値を上回る各画像ブロックについてのみ相似画像ブロックをそれぞれ検出し、前記基準値以下の各画像ブロックについては、相似画像ブロックの検出は行わないようにすることができる。

【0014】検出された各相似画像ブロックは、画像置換手段によって、それぞれ対応する画像ブロックに置き換えられる。置換された各相似画像ブロックは、所定量ずつ重なり合って加算される。近接する各画像ブロックは互いに所定量ずつ重なり合うようにして取得されているので、加算される各ブロックも近接するブロック同士が所定量ずつ重なり合う。そこで、画像調整手段は、ブロックの重なり合った部分の値を調整する。例えば、重なり合った画素の値を加算して平均化することにより画像を調整することができる。これに限らず、例えば、重み付けをして平均をとってもよい。

【0015】相似性の度合が所定の基準値以下の各画像ブロックは、そのまま使用することができる。この場合、大別するなら、相似画像ブロック同士が重なり合う箇所、相似画像ブロックと画像ブロックとが重なり合う箇所、画像ブロック同士が重なり合う箇所の3種類の重なりが生じる。

【0016】相似画像検出手段は、画像ブロックのサイズよりも大きいサイズで相似画像ブロックを検出し、該相似画像ブロックのサイズを前記画像ブロックのサイズと等しくなるように縮小させるものであってもよい。

【0017】例えば、画像ブロックのサイズを $n \times m$ 、相似画像ブロックのサイズを $(k \cdot n) \times (k \cdot m)$ とすれば、相似画像ブロックを $k$ 分の1に縮小することにより、画像ブロックと相似画像ブロックのサイズを一致させることができる。

【0018】または、相似画像検出手段は、画像ブロックのサイズよりも大きいサイズで原画像中に設定される所定領域の中から、画素を間引きすることにより、前記画像ブロックと同一サイズの相似画像ブロックを検出するものであってもよい。

【0019】前記の例で言えば、 $(k \cdot n) \times (k \cdot m)$ の画素を有する相似画像ブロックから $1/k^2$ の画素を抽出し、残りの画素を捨てることにより、 $n \times m$ 個の画素を有する画像ブロックと同一サイズの相似画像ブロックを得ることができる。

【0020】相似画像検出手段は、予め設定された所定の条件下で、原画像の中から各画像ブロックに相似する相似画像ブロックをそれぞれ検出することができる。

【0021】所定の条件としては、相似画像ブロックを検出するための探索領域の設定条件を挙げることができる。そして、相似画像検出手段は、原画像よりも小さく設定される探索領域内で、該画像ブロックに相似する相似画像ブロックを検出するように構成してもよい。

【0022】相似画像検出手段は、画像操作のパラメータを変えながら各候補画像ブロックの相似性を判定し、最も画像ブロックに相似する候補画像ブロックの取得に用いたパラメータのみを保持して、該保持されたパラメータにより相似画像ブロックを検出するようにしてもよい。

【0023】「画像操作」としては、例えば、画像の平行移動、拡大、縮小、回転を行うアフィン変換を挙げることができる。「画像操作のパラメータ」とは、例えば、並行移動の量、拡大率、縮小率、回転角度を挙げることができる。相似画像検出手段は、所定の探索領域内で、画像操作のパラメータを変化させながら、複数の候補画像ブロックを取得する。そして、これら複数の候補画像ブロックの中から最も画像ブロックに相似するものを相似画像ブロックとして検出する。

【0024】各候補画像ブロックをそれぞれ保持しておく場合は、各候補画像ブロックを記憶させるためのメモリ領域が大きくなるが、最小距離の候補画像ブロックを得るのに必要なパラメータのみを保持することにより、少ないメモリ領域で相似画像ブロックを検出することができる。

【0025】原画像がカラー画像の場合は、原画像の各表色系成分のうち画像の明るさに関連する表色系成分とそれ以外の表色系成分とのいずれか一方を指定させることにより、この指定された表色系成分についてのみ本発明に係る画像処理を適用してもよい。即ち、指定された表色系成分についてのみ、各画像ブロックを相似画像ブ

10

20

30

40

50

ロック置換して重複部分を調整することができる。

【0026】例えば、RGB表色系を例に挙げると、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色成分のうち、G成分は画像の明るさに最も大きく関与し、R成分及びB成分は色味に関与する。また、例えば、YUV表色系、YIQ表色系、YCbCr表色系及びLab表色系では、Y成分又はL成分が画像の明るさに最も関与する成分であり、その他の成分（U、V、I、Q等）は、色味に関与する。そこで、例えば、画像処理装置が適用される製品の種類（デジタルカメラ、プリンタ、スキャナ等々）

や原画像の特性（自然画像か否か）、ユーザーの好み等に応じて、明るさに関連する表色系成分とそれ以外の表色系成分とのいずれに、本画像処理を適用するかを選択可能とする。

【0027】本発明は、コンピュータプログラムを記録した記録媒体として把握することもできる。プログラムは、例えば、ハードディスクやフロッピー（登録商標）ディスク、メモリ等の種々の有形的な記録媒体に固定することができる。また、これに限らず、例えば、ネットワーク上のサーバから所定のプログラムをダウンロード

する等のように、通信媒体を用いることもできる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図1～図9に基づき、本発明の実施の形態を説明する。

【0029】1. 第1の実施の形態

図1～図7は本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【0030】本画像処理装置1は、原画像保持部2から入力される原画像に所定の画像処理を加えて、出力画像保持部13に処理済みの画像を出力するものである。原画像保持部2及び出力画像保持部13は、メモリ等から構成される。原画像保持部2及び出力画像保持部13は、画像処理装置1の構成として取り込んでも良いし、画像処理装置1とはそれぞれ別体の構成としてもよい。例えば、原画像が記録されたPCカードから原画像データを読み出し、処理済みの画像を当該PCカードの空き領域に書き戻す場合は、PCカードが原画像保持部2及び出力画像保持部13となる。

【0031】「画像ブロック取得手段」としての局所領域画像取得部3は、原画像の各画素毎に所定サイズの局所領域画像をそれぞれ取得するものである。局所領域画像が「画像ブロック」に該当する。図2と共に後述するように、各画素毎にそれぞれ局所領域画像を取得するため、近接する各局所領域画像は所定量ずつ重なり合うことになる。局所領域画像取得部3は、パラメータ設定部4から設定される局所領域画像取得用のパラメータに基づいて、局所領域画像を取得する。このパラメータとしては、例えば、局所領域画像のサイズ等を挙げることができる。注目画素ポインタ5は、現在処理中の画素（注目画素）の位置を検出する。

【0032】アフィン変換画像取得部6は、エッジ強度判定部14からの判定結果に基づいて、各局所領域画像のエッジ強度に応じた探索領域内から該各局所領域画像に相似する画像を、原画像中から検出して取得するものである。アフィン変換画像取得部6は、アフィン変換パラメータ設定部7で設定されたアフィン変換用パラメータに基づいて、局所領域画像の周辺に存在する画像を操作し、局所領域画像に相似するアフィン変換画像を検出するようになっている。局所領域画像に相似するアフィン変換画像が「相似画像ブロック」に該当する。

【0033】パラメータ管理テーブル15は、「相似性の度合」の一例としてのエッジ強度とアフィン変換パラメータとを対応付けて管理するものである。パラメータ管理テーブル15には、例えば、「低」、「中」及び「高」の各エッジ強度の段階毎に、アフィン変換パラメータ群がそれぞれ対応付けられている。アフィン変換パラメータ設定部7は、エッジ強度判定部14から入力されたエッジ強度に基づいて、パラメータ管理テーブル15から所定のアフィン変換パラメータ群を取得し、この取得したアフィン変換パラメータ群をアフィン変換画像取得部6に設定するものである。これにより、アフィン変換画像取得部6は、各局所領域画像のエッジ強度に応じた探索領域内で、該各局所領域画像に最も相似するアフィン変換画像を取得する。また、局所領域画像のエッジ強度が所定の基準値以下である場合は、アフィン変換画像取得部6は、該局所領域画像についてアフィン変換画像を取得しない。

【0034】アフィン変換画像取得部6は、局所領域画像よりも大きいサイズ、例えば縦横2倍のサイズのアフィン変換画像を取得する。この取得されたアフィン変換画像は、縮小部8により局所領域画像と同サイズになるように縮小される。相似性算出部9は、局所領域画像取得部3が取得した局所領域画像とアフィン変換画像取得部6により取得され縮小部8により縮小されたアフィン変換画像との距離を算出し、両者の相似性、類似度を算出するものである。距離計算は、固有ベクトル距離を計算してもよいし、簡易的に二乗平均を取ってもよい。ここで、アフィン変換画像取得部6、縮小部8及び相似性算出部9が「相似画像検出手段」に該当する。

【0035】そして、相似性算出部9によって最も相似すると判定されたアフィン変換画像は、「画像置換手段」としての置換部10によって、対応する局所領域画像と置き換えられる。

【0036】「画像加算手段」としての加算部11は、置換されたアフィン変換画像と置換されなかった局所領域画像とを加算する。即ち、原画像から取得された全局所領域画像は、自己に相似するアフィン変換画像に置換されて加算されるか、又は、元の局所領域画像のまま加算される。近接する局所領域画像同士が重なり合うようにして局所領域画像が取得されるため、置換されたア

フィン変換画像及び元の局所領域画像は、近接する画像同士が所定量ずつ重なり合うようにして、加算部11により加算される。「画像調整手段」としての平均化処理部12は、各画像が重なり合った部分の値を平均化することにより調整する。重なり合った部分の画像調整方法としては、単純平均をとってもよいし、または、重み付けして平均をとってもよい。このようにして調整された画像は、出力画像保持部13に保持される。なお、画像調整後に、拡大処理、縮小処理、回転処理、色変換処理等を行っても良い。

【0037】「相似性判定手段」としてのエッジ強度判定部14は、取得された各局所領域画像のフラクタル性の度合を判定するものである。フラクタル性の度合が所定の基準値を上回ると判定された局所領域画像については、アフィン変換画像取得部6により、該局所領域画像の有するエッジ強度に応じたアフィン変換パラメータを用いてアフィン変換画像が検出される。フラクタル性の度合が所定の基準値以下である局所領域画像は、そのままアフィン変換画像と加算される。即ち、原画像から取得される全ての局所領域画像についてアフィン変換画像を取得するのではなく、フラクタル性の度合の高い局所領域画像についてのみアフィン変換画像が取得される。「フラクタル性の度合」としては、エッジ強度を用いることができる。これについては、図5と共に後述する。

【0038】図2は、画像処理装置による画像処理方法の大略を示す説明図である。図2(a)に示すように、原画像の各画素毎に局所領域画像が設定され、各局所領域画像のうちエッジ強度の高い各局所領域画像毎にアフィン変換画像がそれぞれ取得される。

【0039】現在の処理に係る注目画像を略中心として、例えば、 $n \times n$ サイズの局所領域画像が取得される。図中では、 $n=4$ の場合を例示している。アフィン変換画像は、局所領域画像サイズよりも大きくなるように、具体的には例えば縦横2倍の大きさで取得される( $2n \times 2n$ )。実施の形態では、特に明示しない限り、局所領域画像及びアフィン変換画像を正方形として説明するが、本発明はこれに限定されない。各画像は長方形、平行四辺形等の他の多角形に設定することも可能である。また、局所領域画像のエッジ強度に応じて、アフィン変換画像を検出する探索領域も変化する点に注意すべきである。

【0040】ここで、局所領域画像に相似するアフィン変換画像は、原画像の全体から探索することも可能である。しかし、探索領域を広げるほど処理時間が長くなる。また、画像ブロック(局所領域画像)のサイズや原画像の特性等にもよるが、相似画像ブロック(アフィン変換画像)は画像ブロックの周辺で発見される可能性が高い場合がある。特に、本発明は、原画像全体を互いに重複しない複数の画像ブロックに分割して、各画像ブ

ロックの一部が重複するように設定するため、画像ブロック数が増え、相似画像ブロックを検出する回数が増大する。従って、相似画像ブロックの探索領域(探索範囲)を原画像全体に広げると、処理時間がより長くなる可能性がある。

【0041】そこで、本実施の形態では、原画像の全体を探索するのではなく、原画像の一部、さらには、エッジ強度に応じた探索領域内で、相似画像ブロックを探索するようにしている。探索領域のサイズは、原画像の性質等に応じて動的に変更することができる。画像ブロックのサイズを $n \times m$ 、原画像のサイズを $X_{\max}$ 、 $Y_{\max}$ 、探索領域のサイズを $\alpha n \times \beta m$ とした場合、下記の関係が成立する。

$$【0042】 1 < \alpha < X_{\max} / n \cdots \text{(数式1)}$$

$$1 < \beta < Y_{\max} / m \cdots \text{(数式2)}$$

探索領域のサイズを決定する係数 $\alpha$ 、 $\beta$ の値は、上記数式1、2を満たす範囲で任意に設定することができる。但し、本発明はこれに限らず、原画像全体を探索してもよい。

20 【0043】図2(b)に示すように、局所領域画像よりも縦横2倍サイズで取得されたアフィン変換画像(「候補画像ブロック」)は、局所領域画像と同一サイズになるように縮小される。そして、縮小されたアフィン変換画像と局所領域画像との距離が算出され、相似性、類似度が判定される。ある局所領域画像について複数個取得されたアフィン変換画像の中から最も相似性の高いアフィン変換画像が、当該局所領域画像と置換される。

30 【0044】図2(c)に示すように、近接する画像同士が互いに重複するようにして局所領域画像が取得されているため、該各局所領域画像に置換されるアフィン変換画像もそれぞれ隣接する画像同士が重複する。図中に示すように、4画素 $\times$ 4画素の局所領域画像を一画素ずつずらして取得する場合、 $x$ 方向だけに着目すると、最大4枚の画像が重複することになる。 $y$ 方向でも同様に最大で4枚の局所領域画像が重複する。そこで、重複した部分は、各画素の値の単純平均を取ることで調整する。

40 【0045】なお、本実施の形態では、全局所領域画像についてアフィン変換画像を取得するのではなく、エッジ強度(フラクタル性)が所定の基準値を上回る局所領域画像についてのみアフィン変換画像を取得している。従って、図2(c)に示す4枚の画像が全てアフィン変換画像であるとは限らない。アフィン変換画像同士、元の局所領域画像同士、アフィン変換画像と局所領域画像とが重なり合う場合がある。

50 【0046】図3は、アフィン変換画像を取得する際の画像操作方法及びパラメータを示す説明図である。図3(a)に示すように、画像を $S_x$ 、 $S_y$ だけ平行移動させることができる。また、図3(b)に示すように、画

像を角度 $\theta$ だけ回転させることもできる。さらに、図3(c), (d)に示すように、画像をx方向に $E_x$ 倍拡大又は縮小したり、y方向に $E_y$ 倍拡大又は縮小することもできる。

【0047】パラメータ管理テーブル15には、これらの各種パラメータ $S_x$ ,  $S_y$ ,  $\theta$ ,  $E_x$ ,  $E_y$ の上限値及び下限値が一群のものとして登録されている。即ち、各パラメータ群は、 $S_{x\max}$ ,  $S_{x\min}$ ,  $S_{y\max}$ ,  $S_{y\min}$ ,  $\theta_{\max}$ ,  $\theta_{\min}$ ,  $E_{x\max}$ ,  $E_{x\min}$ ,  $E_{y\max}$ ,  $E_{y\min}$ から構成されている。アフィン変換画像取得部6は、各パラメータを下限値 $\min$ から上限値 $\max$ まで変化させることによりアフィン変換画像を取得する。

【0048】次に、図4～図6に基づいて本実施の形態の作用を説明する。以下、ステップを「S」と略記する。

【0049】まず、図4は、画像処理の全体の流れを示すフローチャートである。S1では、注目画素の座標( $x$ ,  $y$ )に(0, 0)をセットし、原画像の最初の画素から変換を開始させる。次に、注目画素を中心とする局所領域画像のエッジ強度を計算する(S2)。図5に示すように、注目画素 $P_{x5}$ を中心とする3画素×3画素の領域を例に挙げると、注目画素の上下に位置する列のレベル差( $|P_{x1}+P_{x2}+P_{x3}|-|P_{x7}+P_{x8}+P_{x9}|$ )と、注目画素の左右に位置する列のレベル差( $|P_{x1}+P_{x4}+P_{x7}|-|P_{x3}+P_{x6}+P_{x9}|$ )とを検出し、これによりエッジ強度を算出する(S2)。即ち、注目画素周辺のエッジ強度をもってフラクタル性の度合の強さを判定している。

【0050】なお、エッジ強度判定のための領域と局所領域画像のサイズとは必ずしも一致させる必要はない。例えば、注目画素を中心として4画素×4画素の局所領域画像を取得する場合、注目画素を中心とする3画素×3画素の領域でエッジ強度を判定することもできるし、5画素×5画素以上の領域でエッジ強度を判定することも可能である。本実施の形態では、エッジ強度判定領域と局所領域画像のサイズとを一致させるものとして述べる。

【0051】次に、算出されたエッジ強度がいずれの段階に相当するかランク分けを行う(S3, S6, S8)。即ち、エッジ強度が「所定の基準値」としてのレベル $t_{h1}$ 以下であるか否か(S3)、エッジ強度がレベル $t_{h1}$ を上回るが次のレベル $t_{h2}$ 以下であるか否か(S6)、エッジ強度がレベル $t_{h2}$ を上回るが最高レベル $t_{h3}$ 以下であるか否か(S8)をそれぞれ判定する。

【0052】そして、図6に示すように、検出されたエッジ強度の強さに応じて、アフィン変換画像を取得するか否か及びアフィン変換画像を取得する際の探索領域の範囲が定まる。

【0053】(1) エッジ強度 $\leq t_{h1}$ の場合

エッジ強度がレベル $t_{h1}$ 以下の場合は(S3:NO)、局所領域画像が取得され(S4)、この取得された局所領域画像がそのまま加算される(S5)。図6(a)に示すように、局所領域画像がそのまま用いられ、アフィン変換画像は検出されない。

【0054】(2)  $t_{h1} < \text{エッジ強度} \leq t_{h2}$ の場合 エッジ強度がレベル $t_{h1}$ を上回り、かつレベル $t_{h2}$ ( $t_{h2} > t_{h1}$ )以下である場合は(S6:NO)、

「低」エッジ強度用の第1のアフィン変換パラメータ群をアフィン変換画像取得部6にセットする(S7)。これにより、図6(b)に示すように、広い探索領域内で局所領域画像に相似するアフィン変換画像を検出する。

【0055】(3)  $t_{h2} < \text{エッジ強度} \leq t_{h3}$  エッジ強度が $t_{h2}$ を上回り、かつレベル $t_{h3}$ ( $t_{h3} > t_{h2}$ )以下である場合は(S8:NO)、「中」エッジ強度用の第2のアフィン変換パラメータ群をアフィン変換画像取得部6にセットする(S9)。これにより、図6(c)に示すように、中程度の大きさの探索領域内で局所領域画像に相似するアフィン変換画像が検出される。

【0056】(4)  $t_{h3} < \text{エッジ強度}$  算出されたエッジ強度がレベル $t_{h3}$ を上回る場合は(S8:YES)、「高」エッジ強度用の第3のアフィン変換パラメータ群をアフィン変換画像取得部6にセットする(S10)。これにより、図6(d)に示すように、小さい探索領域内で局所領域画像に相似するアフィン変換画像が検出される。

【0057】以上のように、局所領域画像の有するエッジ強度に応じてアフィン変換パラメータがセットされると、このアフィン変換パラメータを用いてフラクタル補間が行われる(S11)。フラクタル補間については、図7と共に後述する。

【0058】そして、注目する画素を次の画素に移し(S12)、原画像の全画素について、アフィン変換画像又は局所領域画像のいずれかを取得したか否かを判定する(S13)。原画像全体の処理が終了していない場合は、再びS2に戻って上述の各処理を繰り返す。

【0059】原画像の全画素について、それぞれに対応する局所領域画像又は局所領域画像に相似するアフィン変換画像を取得して加算した場合は(S13:YES)、各画像の重複部分について平均化し、出力画像とする(S14)。なお、このようにして変換された画像を拡大等する場合は、さらに、線形補間等の従来の補間処理を行うことができる。

【0060】次に、図7は、図4中にS11として示されるフラクタル補間処理の流れを示すフローチャートである。

【0061】まず、局所領域画像とアフィン変換画像との相似性を判定するための「最小距離」に最大値をセットする(S21)。そして、注目画素を略中心とする局

所領域画像を取得し（S22）、アフィン変換用の各パラメータ（ $S_x, S_y, E_x, E_y, \theta$ ）にそれぞれ初期値（下限値）をセットする（S23）。なお、後述する他のステップでも同様だが、処理に影響がない限り、ステップの処理順序を変更可能である。即ち、S21～S23の処理順序は問わない。

【0062】設定されたパラメータに基づいてアフィン変換画像を取得すると（S24）、この取得したアフィン変換画像が局所領域画像と同一サイズになるように縮小する（S25）。そして、局所領域画像と該局所領域画像に対応する同一サイズのアフィン変換画像との距離を算出し（S26）、この算出された距離が相似性判定のパラメータ「最小距離」に設定された値よりも小さいか否か、即ち、より相似しているかを判定する（S27）。もしも、最新の距離の算出結果が「最小距離」よりも小さい場合は、この最新のアフィン変換パラメータ及び距離の値を保持しておく（S28）。最新の距離が「最小距離」よりも小さくない場合は、取得されたアフィン変換画像が局所領域画像に似ていない場合のため、各パラメータ及び距離の値を保持しない。

【0063】そして、各パラメータを所定量だけ変化させ（S29）、各パラメータの可変範囲を超えたか否かを判定する（S30）。つまり、各パラメータを初期値から上限値まで変化させながらアフィン変換画像をそれぞれ取得し、局所領域画像との距離を算出する（S24～S30）。従って、S28では、各パラメータの可変範囲内で得られるアフィン変換画像のうち、現在の注目画素に係る局所領域画像と最も相似するアフィン変換画像のアフィン変換パラメータ及びその距離が保持されることになる。

【0064】各パラメータを上限まで変化させた場合には、S28で保持された各パラメータに基づいて、局所領域画像に最も相似するアフィン変換画像を取得する

（S31）。そして、取得したアフィン変換画像を局所領域画像と同一サイズまで縮小し（S32）、先に取得されたアフィン変換画像に加算する（S33）。加算とは、メモリ領域の所定位置にアフィン変換画像のデジタルデータを格納することである。

【0065】これにより、原画像から取得される全局所領域画像のうち、フラクタル相似性の度合が基準値  $t_{h1}$  より高い局所領域画像については、該局所領域画像に相似するアフィン変換画像が原画像中の所定の探索領域内から検出されて置換され、加算される。一方、フラクタル相似性の度合が基準値  $t_{h1}$  以下の局所領域画像については、アフィン変換画像の取得は行われず、元の局所領域画像がそのまま加算される。

【0066】このように構成される本実施の形態では、以下の効果を奏する。

【0067】第1に、近接する画像同士が所定量ずつ重なり合うようにして局所領域画像を取得し、フラクタル

相似性が所定の基準値  $t_{h1}$  よりも高い各局所領域画像については、該各局所領域画像に相似するアフィン変換画像を原画像中から検出して置換するため、低品質の画像を高品質の画像に変換可能となる。

【0068】第2に、局所領域画像のエッジ強度に応じて、アフィン変換画像検出用の探索領域を設定するため、フラクタル相似性の強さに応じた探索領域内でアフィン変換画像を検出するだけでよく、処理速度を向上させて画像処理時間を短縮することができる。特に、局所領域画像同士が所定量ずつ重なり合うようにして取得する本発明では、原画像を単純に分割して相似画像と置換させる場合に比べて、多数の局所領域画像が取得されるが、エッジ強度に応じて探索領域を可変に設定することにより、処理時間を短縮することができる。

【0069】第3に、フラクタル性の度合が所定の基準値  $t_{h1}$  よりも高い場合にのみアフィン変換画像を取得するため、全ての局所領域画像についてアフィン変換画像を取得する場合に比較して、処理時間を短縮することができる。従って、前記探索領域の可変設定の構成と結合して、より一層の高速処理を実現できる。

【0070】第4に、各画像を所定量ずつ重複せしめ、重なり合った部分を平均化等により処理するため、画像を重複させない場合に比べて、画像間のつなぎ目に違和感が生じるのを防止できる。従って、例えば、原画像が自然画像の場合等に、自然な階調変化を保ちつつ品質を高めることができる。

【0071】第5に、アフィン変換画像と局所領域画像との相似性を判断しながら、局所領域画像に最も相似するアフィン変換パラメータを保持し、探索領域の探索が終了した後で、保持したアフィン変換パラメータによりアフィン変換画像を取得するため、少ないメモリ資源で局所領域画像に相似するアフィン変換画像を得ることができる。

## 【0072】2. 第2の実施の形態

次に、図8に基づき、本発明の第2の実施の形態を説明する。なお、以下の各実施の形態では、上述した構成要素と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。本実施の形態の特徴は、画素を間引きしてアフィン変換画像を取得することにより、局所領域画像と同一サイズのアフィン変換画像を得るようにした点にある。

【0073】図8（a）に示すように、所定の探索領域内から  $2n \times 2n$  のサイズでアフィン変換画像を取得し、この取得したアフィン変換画像を縮小することにより、局所領域画像と同一サイズのアフィン変換画像を得ることができる。

【0074】これに対し、図8（b）に示すように、 $2n \times 2n$  のサイズでアフィン変換画像を取得するものの、該サイズ中の全画素を取得するのではなく、1個置きに画素を間引いて取得することにより、縮小処理を行

わずに局所領域画像と同一サイズのアフィン変換画像を得ることができる。

### 【0075】3. 第3の実施の形態

次に、図9に基づいて本発明の第3の実施の形態を説明する。本実施の形態の特徴は、原画像の特性等に基づいて、アフィン変換パラメータの値を各色成分毎に設定可能とした点にある。

【0076】まず、ユーザーは、画像処理装置による画像改質を行うに際し、色にじみ防止モードかシャープモードかを排他的に選択することができる（S41）。色にじみ防止モードでは、色のにじみを抑えるべく、RGB表色系で表現された原画像のうちR成分及びB成分に本発明によるフラクタル補間を適用する。一方、シャープモードでは、画像の輪郭等を鮮明にするべく、G成分のみフラクタル補間を適用する。例えば、各1個ずつのR成分用画素及びB成分用画素と2個のG成分用画素とで一つの単位を形成しているようなデジタルカメラ等において、色にじみ防止モードは自然画像に、シャープモードは文字や線図等の画像に、それぞれ好適に用いられる。

【0077】色にじみ防止モードが選択された場合は、フラクタル補間対象となる色プレーンにRプレーン及びBプレーンをセットする（S42）。一方、シャープモードが選択された場合は、フラクタル補間対象プレーンとしてGプレーンをセットする（S43）。

【0078】そして、前記同様に、注目画素の初期値をセットした後（S44）、注目画素を中心とする局所領域画像のエッジ強度を算出する（S45、S46）。算出されたエッジ強度が所定の基準値 $t_{h1}$ を上回る場合は（S46:YES）、エッジ強度に応じたアフィン変換パラメータを用いて、フラクタル補間を行う（S47、S48）。エッジ強度が基準値 $t_{h1}$ 以下の場合は（S46:NO）、取得した局所領域画像をそのまま加算する（S49、S50）。原画像の全画素について処理を終了するまで上記各処理を繰り返す（S51、S52）。

【0079】原画像の全画素についてアフィン変換画像又は局所領域画像を取得した場合は（S52:YES）、各画像を加算して平均化する（S53）。これにより、一枚のプレーンの処理が終了する。そこで、次に処理すべきプレーンがあるか否かを判定し（S54）、処理すべきプレーンが残っている場合は、該プレーンに切り替えて上述の各処理を行わせる（S55）。フラクタル補間の実行を指定された全プレーンについて処理を終了した場合は、他のプレーンと合成し、出力画像を得る（S56）。

【0080】即ち、色にじみ防止モードの場合は、Rプレーン及びBプレーンの画像データについて本発明によるフラクタル補間が行われ、Gプレーンと合成されて出力画像が得られる。この場合、Gプレーンについては、線形補間等の他の補間処理を行ってから合成してもよい

し、補間処理を行わずに合成してもよい。同様に、シャープモードの場合は、Gプレーンの画像データについてのみ本発明によるフラクタル補間が行われ、Rプレーン及びBプレーンと合成される。

【0081】これにより、原画像の特性やユーザーの希望等に応じて、画像処理を行うことができる。

【0082】なお、当業者であれば、前記各実施の形態に記載された本発明の要旨の範囲内で種々の追加、変更、組合せ等が可能である。例えば、前記各実施の形態では、原画像の各画素毎に局所領域画像を取得する場合を例示したが、これに限らず、例えば、1画素おき、2画素おき等のように、近接する局所領域画像が所定量ずつ重なり合う範囲内において、所定間隔で画素を選定してもよい。

### 【0083】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明に係る画像処理装置及び画像処理方法によれば、低品質の画像を高品質の画像に比較的短時間で変換することが可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置のブロック図である。

【図2】画像処理の概要を示す説明図である。

【図3】アフィン変換の概要を示す説明図である。

【図4】画像処理方法を示すフローチャートである。

【図5】エッジ強度の算出方法を示す説明図である。

【図6】エッジ強度のレベルに応じて探索領域の大きさが変化する様子を示す説明図である。

【図7】図4中に示されるフラクタル補間の具体的処理の流れを示すフローチャートである。

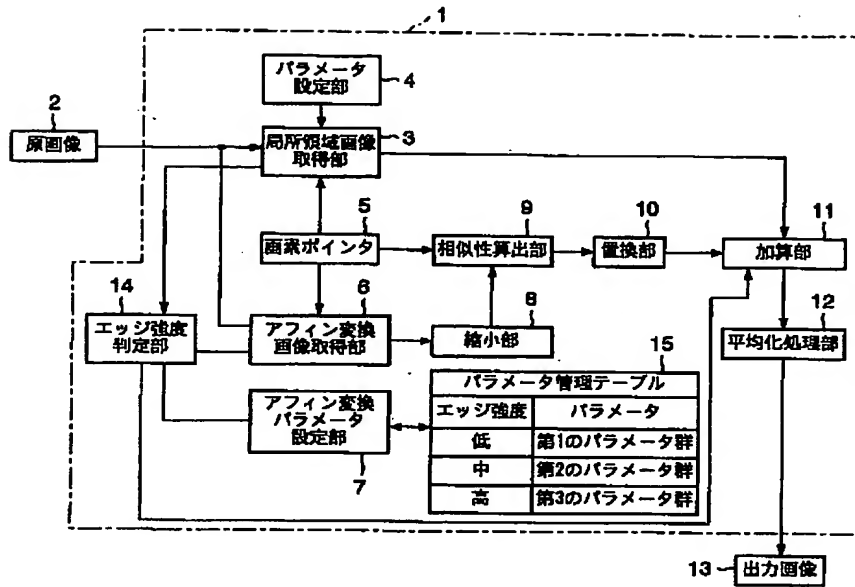
【図8】本発明の第2の実施の形態に係る画像処理方法の説明図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態に係る画像処理方法のフローチャートである。

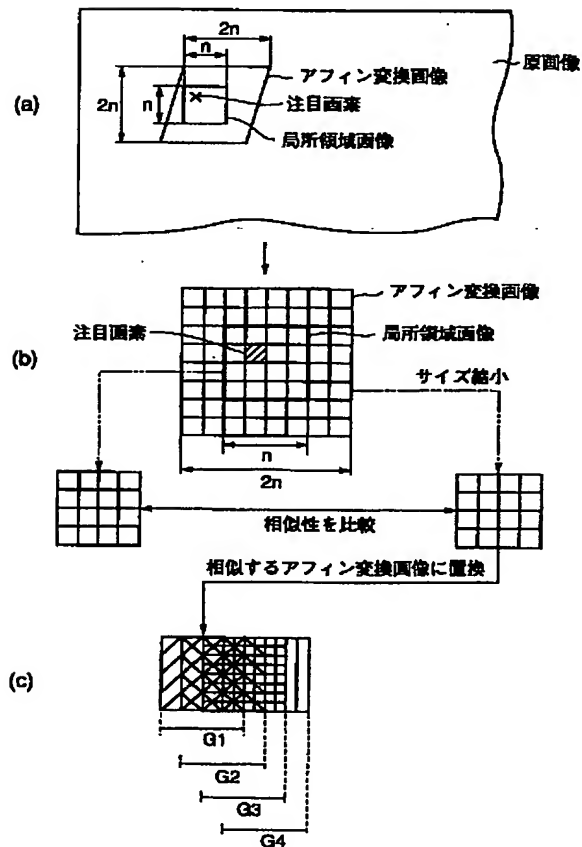
### 【符号の説明】

- 1 画像処理装置
- 2 原画像保持部
- 3 局所領域画像取得部
- 4 パラメータ設定部
- 5 画素ポインタ
- 6 アフィン変換画像取得部
- 7 アフィン変換パラメータ設定部
- 8 縮小部
- 9 相似性算出部
- 10 置換部
- 11 加算部
- 12 平均化処理部
- 13 出力画像保持部
- 14 エッジ強度判定部
- 15 パラメータ管理テーブル

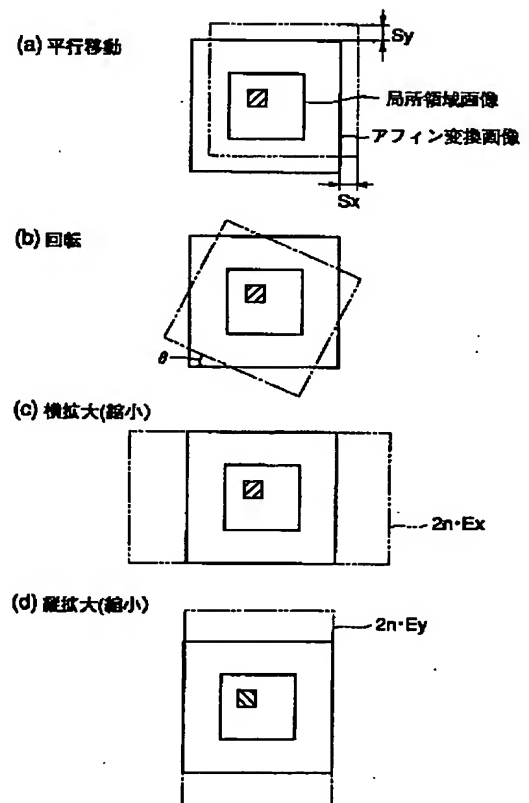
【図1】



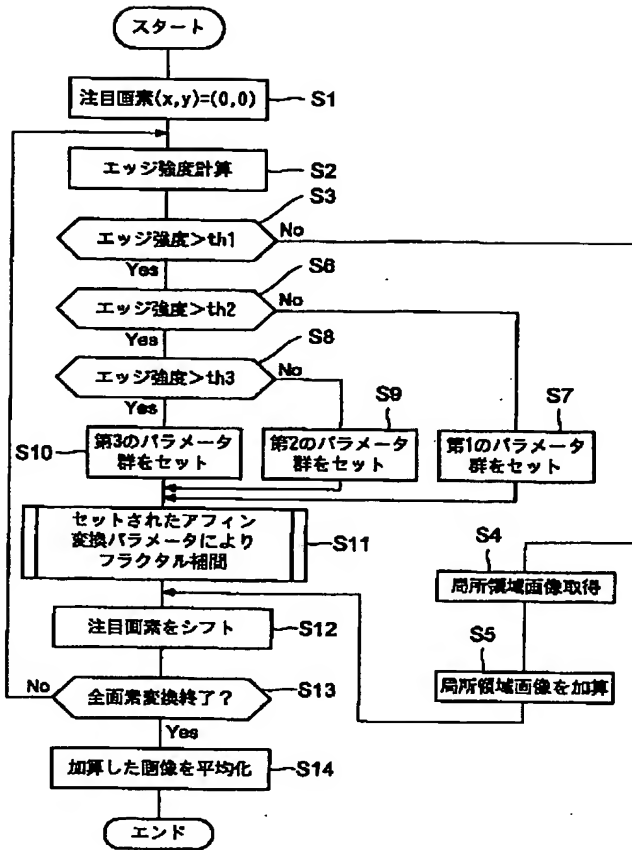
【図2】



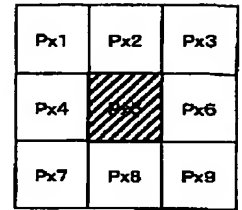
【図3】



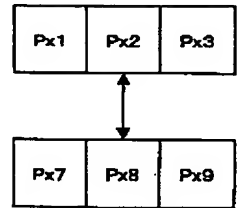
【図4】



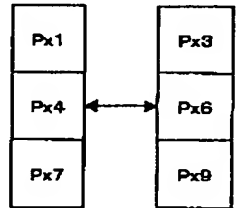
【図5】



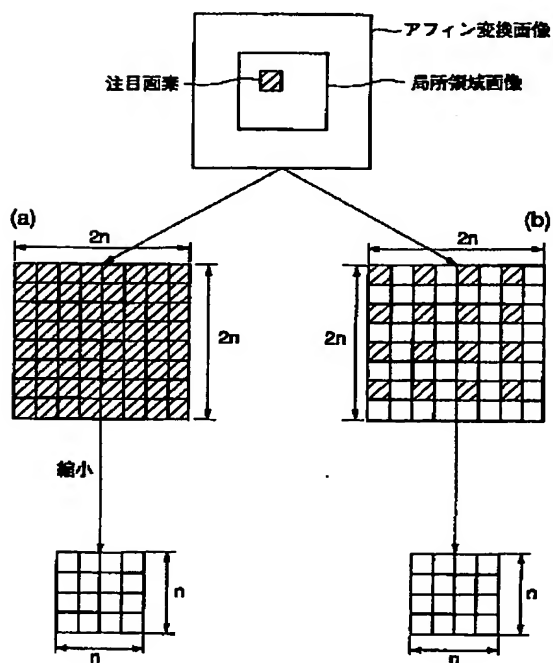
(a) 注目画素の上下列のレベル差



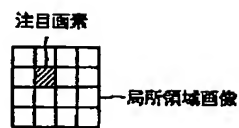
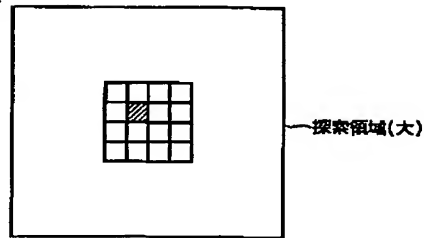
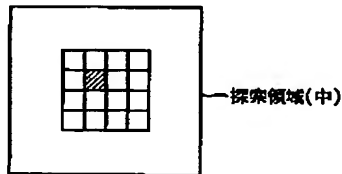
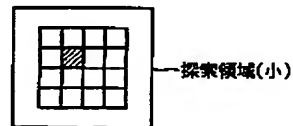
(b) 注目画素の左右列のレベル差



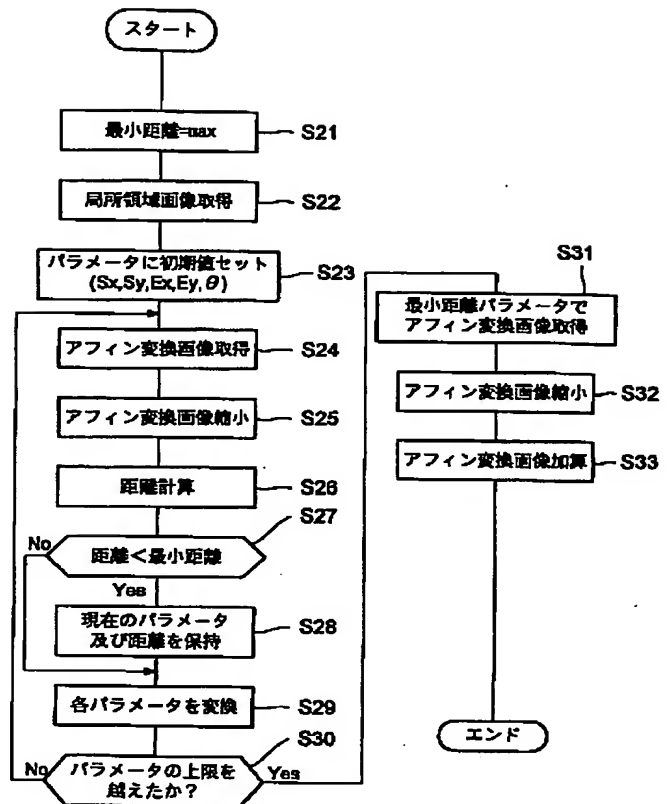
【図8】



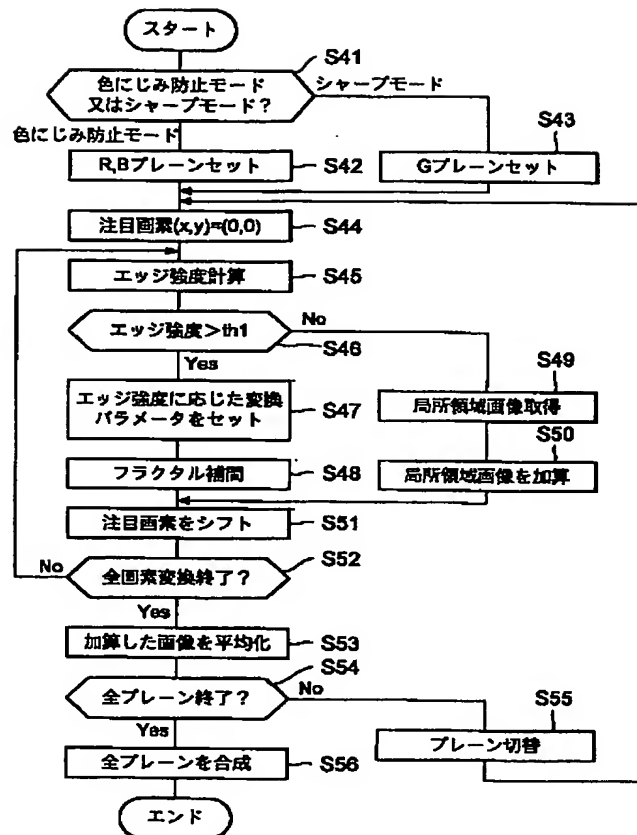
【図6】

(a) エッジ強度 $\leq \theta_1$ (b)  $\theta_1 < \text{エッジ強度} \leq \theta_2$ (c)  $\theta_2 < \text{エッジ強度} \leq \theta_3$ (d)  $\theta_3 < \text{エッジ強度}$ 

【図7】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01  
 CB08 CB12 CB16 CC02 CD01  
 CD06 CD07 CE16 DB06 DB09  
 DC16 DC32  
 5C076 AA12 AA13 AA21 AA22 AA36  
 BA06 BB06 CA10 CB05  
 5C079 LA26 LA37 LA40 LB01 NA02